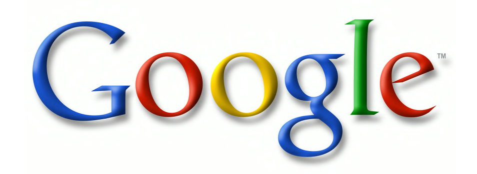
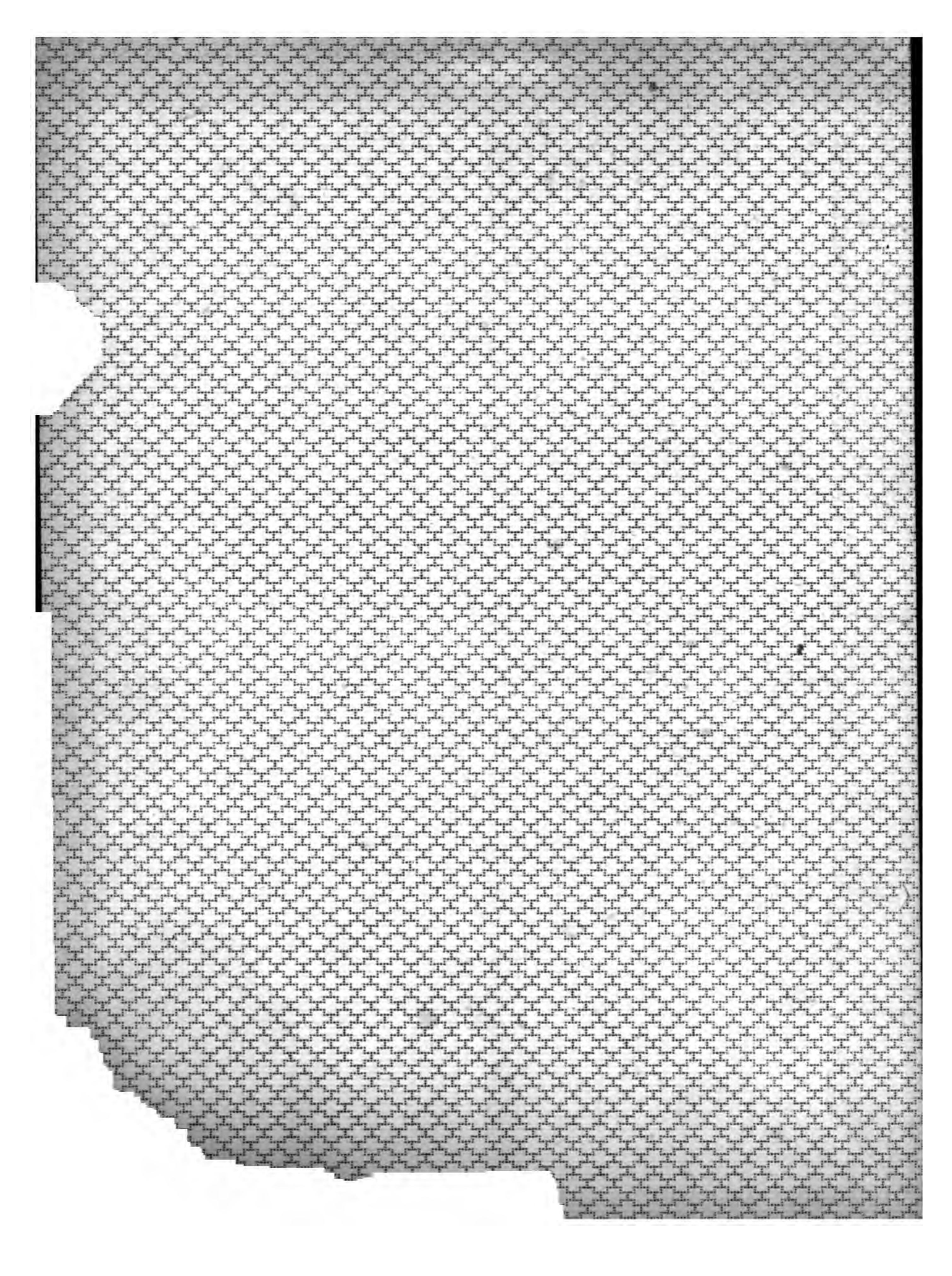
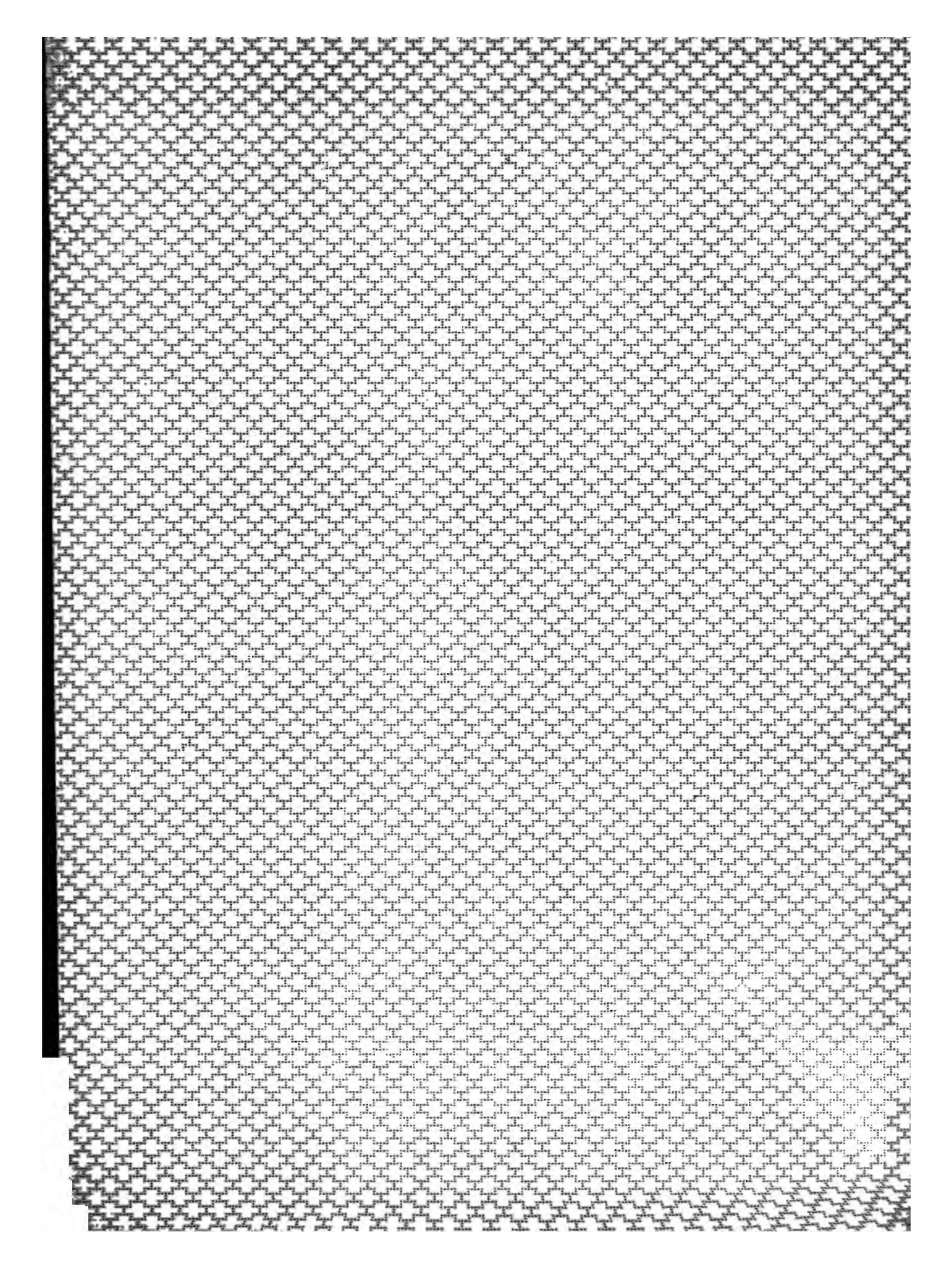



NYPL RESEARCH LIBRARIES
3433 06638493 8





Allgemeine

Bau-Constructions-Lehre,

mit besonderer Beziehung

auf das

Hochbauwesen.

Ein Leitfaden zu Vorlesungen und zum Selbstunterrichte

von

G. A. Breymann,
Professor der Baukunst an der Königl. polytechnischen Schule in Stuttgart.

II. Theil,

mit 97 Figurentafeln
(unter welchen 9 Doppeltafeln).

Constructionen in Holz.

Stuttgart.
Hoffmann'sche Verlags-Buchhandlung.
1851.

Vorwort.

Der vorliegende zweite Theil der Constructionslehre enthält diejenigen Constructionen, bei welchen das Holz das Hauptmaterial bildet. Dem ursprünglichen Plane zu Folge sollten auch die Eisen-, überhaupt die Metallconstructionen diesem Theile einverleibt werden. Doch haben mich verschiedene Gründe bestimmt, diese letzteren in einem abgesonderten Theile erscheinen zu lassen; zunächst der Wunsch, den vielen Erinnerungen um beschleunigte Herausgabe der Holzconstructionen Genüge leisten zu können; dann die Befürchtung, daß dieser Theil, welcher trotz aller Spaarsamkeit, eine sehr große Anzahl von Figurentafeln erhielt und deßhalb schon theurer ausfallen mußte als der erste, zu voluminös werden und für Manchen beschwerlich anzuschaffen sein würde. Außerdem bilden die Metallconstructionen einen für sich bestehenden Theil der Constructionslehre, der vielleicht nur den höheren Techniker interessirt, bei seiner Wichtigkeit aber jedenfalls Anspruch auf Selbstständigkeit machen kann.

Was nun den zweiten Theil selbst anbetrifft, so ist die Behandlung analog gehalten mit der des ersten Theils; und überall ist auf den ersten Theil zurück verwiesen, wenn dadurch Wiederholungen vermieden werden konnten.

So viel es sich thun ließ, sind die verschiedenen Constructionen auf theoretische Betrachtungen gegründet, weil sich nur auf diese Weise der Grund für viele, in der Praxis allgemein bekannte, Regeln nachweisen ließ, was bei einem für den Unterricht bestimmten Buche nothwendig war, wenn der Schüler die vorgetragenen Lehren nicht nur lernen, sondern auch begreifen und selbstständig verarbeiten sollte. Diese theoretische Behandlung macht aber weder auf Vollständigkeit noch auf Strenge Anspruch, da oft, bei Aufstellung der verschiedenen Formeln, Umstände außer Betracht gelassen wurden, die auf dieselben einwirken; und, bei den einfacheren Constructionen wenigstens, die Biegsamkeit der Hölzer ganz unbeachtet gelassen ist. So wenig eine solche Behandlung dem Manne der strengen Wissenschaft genügen wird und darf, so schien sie mir im vorliegenden Falle doch für den Zweck ausreichend, welcher kein anderer war, als bei den verschiedenen Constructionen zu zeigen, worauf es bei denselben eigentlich ankommt, die schwachen Stellen aufzufinden und für diese die geeignetsten Verstärkungen anzubringen.

Beispiele sind nur so viele aufgenommen, als zur Erklärung der Constructionen durchaus nothwendig waren, und man könnte, besonders bezüglich der Dachconstructionen, meinem Buche den Vorwurf der „Unvollständigkeit" machen, weil in der That nur wenig ausgeführte oder entworfene Dächer aufgenommen sind.

Allein mein Zweck ging zunächst dahin, die fast unzähligen verschiedenen Dachconstructionen, wie man sie theils ausgeführt, theils vorgeschlagen hat, zu klassificiren und dadurch übersichtlich, somit für den Lernenden leichter zugänglich zu machen. Mein Bestreben war, meine Leser zu befähigen die hierher einschlagenden, zum Theil sehr schätzbaren, Sammelwerke mit einer gesunden Kritik studiren und dadurch für sich nutzbar machen zu können. Uebrigens habe ich überall auf die reichhaltige Literatur über Holzconstructionen verwiesen.

Schließlich halte ich es für meine Pflicht, mehrfach an mich gestellte Fragen über den Plan meines ganzen Werks, bezüglich der Eintheilung hier zu beantworten, obgleich diese Antwort in dem Vorworte zum ersten Theile im Voraus gegeben ist.

Der zunächst erscheinende dritte Theil wird, wie schon erwähnt, die Metallconstructionen bringen und zwar in derselben Darstellungsweise, die in den beiden ersten Theilen beobachtet wurde, d. h. ich werde die einzelnen Constructionen für sich, ohne Zusammenhang mit anderen betrachten.

Der vierte und letzte Theil wird dann, wenn man es so nennen will, eine Anwendung der drei ersten enthalten, d. h. die hauptsächlichsten, im Hochbauwesen vorkommenden, größeren Constructionen, deren einzelne Theile bekannt sind, besprechen. Er wird daher zunächst das Nothwendigste über die Untersuchung und Beschaffenheit des Baugrundes abhandeln; dann die Regeln über das Abstecken der Gebäude und die Darstellung der Baugrube geben und hierauf zu den Fundirungen übergehen.

Manche meiner Leser haben in dem ersten Theile die Lehre von den Fundirungen vermißt. Dieselben konnten aber nicht früher besprochen werden, bevor nicht die Darstellung des Mauerwerks, der Bogen und Gewölbe, der Holzroste 2c., kurz alle diejenigen einzelnen Constructionen als bekannt vorausgesetzt werden durften, die bei den Fundirungen zur Anwendung kommen.

Nach den Fundirungen sollen dann die hauptsächlichsten Constructionen, als die gewöhnlich vorkommenden Heizvorrichtungen und Küchen mit der Rauchableitung, die Zu- und Ableitung des Wassers, die Einrichtung der Abtritte und dergleichen mehr besprochen werden.

Auch in dem vorliegenden Theile sind alle absoluten Maaße, wenn nichts anderes bemerkt ist, württembergische; 1 Fuß = 127 Par. Linien = 0,2865 Meter.

Stuttgart im Juni 1851.

G. A. Breymann.

Inhalt.

Sechstes Kapitel. Die Dächer.

A. Die einfachen Dächer.

A. Satteldächer.

I. Unter der Voraussetzung, daß eine von unten hinreichend unterstützte Balkenlage vorhanden ist.

a) Dächer mit ebenen Dachflächen.

α) In unmittelbarer Verbindung mit der Dachbalkenlage.

1) Steile Dächer.

2) Flache Dächer.

β) Dächer in nicht unmittelbarer Verbindung mit der Dachbalkenlage.

b) Dächer mit gebrochenen Dachflächen.

II. Dächer mit nicht unterstützten Dachbalkenlagen.

a) Dächer mit Hängwerken.

b) Dächer mit verstärkten Balken.

III. Dächer ohne Balkenlagen.

a) Dächer aus geraden Hölzern.

Constructionen in Holz.

Vorbemerkung.

Unter den Construktionen in Holz verstehen wir alle diejenigen, bei welchen das Holz als Hauptmaterial auftritt und die daher die Arbeiten des Zimmermanns und Schreiners (Tischlers) umfassen; da die übrigen Holzarbeiter bei Bauten selten eine größere Beschäftigung finden. Eine Trennung der beiden ebengenannten Handwerke hier vorzunehmen erscheint nicht vortheilhaft, weil ihre Arbeiten sehr oft ineinandergreifen (wie z. B. bei den Treppen), oder sich in andern Fällen die Grenze, wo die Arbeiten des einen aufhören und die des andern anfangen, schwer bestimmen läßt. Gewöhnlich ist den Zimmerleuten das Leimen verboten, und auf diese Weise eine Grenze gezogen. Bei den Schreinern (Tischlern) ist aber auch nicht einmal ein solcher Anhaltspunkt gegeben, so daß es schwer bleibt zu bestimmen, wo die Berechtigung aufhört, und oft allein das Herkommen entscheiden kann, ob irgend ein Gegenstand zur Zimmer- oder zur Schreinerarbeit gehört. Wir wollen daher, analog dem im ersten Theile unseres Werkes (den Constructionen in Stein) beobachteten Verfahren, die Constructionen selbst in möglichst gutem Zusammenhange kennen lernen, ohne auf die Handwerke, denen ihre Anfertigung obliegt, Rücksicht zu nehmen.

Eben so geben wir auch hier die Abbildung und Beschreibung des gewöhnlichen Handwerkszeugs nicht, um nicht den Raum mehrerer Figurentafeln zu füllen, den wir besser benutzen zu können hoffen. Indessen ganz können wir diesen Gegenstand nicht übergehen, und bemerken daher, daß sich das Handwerkszeug des Zimmermanns in solches und in sogenannte Geräthe theilt, größere Gegenstände, die der Meister allein halten muß, während das eigentliche Handwerkszeug, theils von den Gesellen allein, theils von diesen in Gemeinschaft mit den Meistern gehalten wird.

Wie bei den Steinconstructionen der Mörtel als ein Hülfsmaterial zum Vereinigen der einzelnen Steine erscheint, so gibt es auch bei dem Holze dergleichen Hülfsmaterialien, die eine innigere Vereinigung und Verbindung von zwei oder mehreren Hölzern bewirken sollen. Es sind dies die verschiedenen Leimarten ꝛc. und Metalle, namentlich das Eisen und zwar in verschiedenen Gestaltungen, als Schienen, Klammern, Schrauben, Bolzen und Nägel ꝛc., und obgleich nun, streng genommen, die zuletzt genannten Gegenstände zu den Metallconstructionen gezählt und erst bei diesen beschrieben werden könnten, so dürfen wir dies doch nicht thun, wenn wir Verwirrungen vermeiden wollen, und wir werden daher diese Gegenstände immer gleich bei den Verbindungen, wo sie vorzukommen pflegen, näher beschreiben.

Endlich bemerken wir noch, daß wir von den Holzarbeiten der Schreiner nur die sogenannten Bauarbeiten, d. h. solche Holzconstructionen, die zu den „nieth- und nagelfesten“ Gegenständen eines Gebäudes gehören, besprechen können, und alle beweglichen, mehr oder weniger möbelartigen unbeachtet lassen müssen.

Die zu besprechenden Constructionen beziehen sich zwar zunächst wieder auf das sogenannte Hochbauwesen, doch sind wenigstens die Elemente der übrigen, anderen Theilen der Baukunst angehörenden Constructionen, keineswegs ausgeschlossen; denn wenn wir z. B. die Hängewerke nur in ihrer Anwendung auf Gegenstände des Hochbauwesens besprechen, wie bei den Dächern und Wänden, so bleibt doch das Hängewerk wesentlich durchaus unverändert, wenn man dasselbe bei einer Brückenconstruction benutzt.

Erstes Kapitel.

Zurichtung des Holzes.

§. 1.

Obgleich das Fällen des Holzes, namentlich in Bezug auf die Zeit, wann es vorgenommen wird, keineswegs gleichgültig, sondern für die spätere Benützung und Dauer desselben von größter Wichtigkeit ist, so können wir uns hier auf diesen Gegenstand doch nicht weiter einlassen, weil er in das Bereich der Baumaterialienlehre gehört, welche

wir voraussetzen. Wir nehmen daher die Baumstämme gefällt und von ihren Zweigen und Aesten befreiet an, wie sie als Handelsartikel auf den Holzplätzen vorzukommen pflegen. Eben so müssen wir den nicht unwichtigen Umstand, ob das Holz durch Flößerei, oder per Achse transportirt worden, außer Acht lassen; und können selbst auf die Gattung desselben nur in so fern eingehen, als wir bei den einzelnen Constructionen diejenigen Holzarten angeben wollen, welche sich zu denselben besonders gut eignen.

Die Bauhölzer werden selten, und nur in besondern Fällen, so rund wie sie gewachsen sind, verbraucht, sondern es wird ihnen vorher eine angemessene Gestalt gegeben, wonach sie — wenigstens im Allgemeinen — als Prismen oder abgestumpfte Pyramiden mit rechteckigem Querschnitte erscheinen; und die Manipulationen, die nöthig sind, um sie in diese oder in eine andere bestimmte Gestalt zu bringen, sind es, welche wir meinen, wenn wir von der Zurichtung des Holzes sprechen.

Diese Zurichtung geschieht nun auf zwei verschiedene Arten, entweder durch das Beschlagen des Holzes mittelst der Axt und des Beils, oder durch das Schneiden mit der Säge, was wieder, entweder aus freier Hand, oder wie der Zimmermann sagt „von Hand," oder durch Maschinen auf der Schneidmühle geschehen kann.

Allgemein kann man die Bauhölzer in Stammhölzer und in Schnittwaare eintheilen, wobei man unter ersteren alle balkenartig gestalteten Hölzer versteht und unter letzteren alle Arten Bretter, Dielen, Bohlen, Latten ꝛc. Die Stammhölzer haben in verschiedenen Gegenden verschiedene Namen bekommen, durch welche ihre Abmessungen bezeichnet werden sollen. Diese hier aufzuführen, würde eine unnütze Mühe verursachen, einmal weil sie in verschiedenen Gegenden verschieden sind, und weil man doch nicht mit Sicherheit aus diesen Benennungen auf die Abmessungen schließen kann, so daß nichts übrig bleibt, als die Länge und Stärke jedesmal in Zahlen zu bezeichnen. Hierbei wird die Länge in Fußen, die Stärke aber gemeiniglich in Zollen ausgedrückt, und zwar so, daß man bei rechteckigem Querschnitt der Hölzer, die beiden rechtwinklich auf einander gedachten Abmessungen dieses Querschnitts in Bruchform schreibt.

Eine ziemlich allgemein verständliche Unterscheidung ist die in Ganz-, Halb-, Kreuz-, Sechstel-, Achtel ꝛc. Holz, je nachdem nämlich aus einem Stamme ein, zwei, vier, sechs, acht ꝛc. Stücke gebildet sind; jedoch entbehrt auch diese Benennung aller Bestimmtheit.

§. 2.

Das Beschlagen der Hölzer ist natürlich nur bei den Stammhölzern möglich, und hat den Zweck, sie zu weiterer Verarbeitung geschickt zu machen. Sehr oft werden die Stämme schon im Walde, gleich nach dem Fällen, roh vierkantig beschlagen, was man den Waldhieb oder das Bewaldrechten nennt und wodurch der Stamm ungefähr den, auf Taf. 1. Fig. 1, dargestellten Querschnitt erhält. Die hierbei in der ursprünglichen Rundung des Stammes liegenden Seiten a a nennt man Wahn- oder Waldkanten. Der Zweck des Bewaldrechtens ist, den unbrauchbaren Splint des Holzes zu entfernen und sehr schwere Stämme für den Transport zu erleichtern. Für die spätere Zurichtung der Hölzer ist diese Arbeit unnütz, da sie nicht mit der gehörigen Genauigkeit vorgenommen wird, so daß auch schon bewaldrechtete Seiten dennoch beschlagen werden müssen. Das Bewaldrechten ist daher nur für sehr große Stämme, die dadurch merklich erleichtert werden, und für Flößholz anzurathen, damit bei letzterem die Flößer mit weniger Gefahr und mit mehr Bequemlichkeit auf den schwimmenden Stämmen sich bewegen können.

§. 3.

Das eigentliche Beschlagen der Hölzer durch den Zimmermann hat den Zweck, denselben den für den speziellen Gebrauch vorgeschriebenen Querschnitt zu geben, und geschieht auf folgende Weise.

Der von seiner Rinde befreite Stamm wird in — wenigstens annähernd — horizontaler Lage auf Blöcke oder eine andere passende Unterlage gebracht und festgeklammert. Letzteres geschieht mittelst der sogenannten Klammerhaken Fig. 2 Taf. 1, deren Spitzen meißelartig zugeschärft sind, so daß sich die Schneiden unter rechten Winkeln kreuzen, damit die Spitzen in zwei rechtwinklich übereinanderliegende Hölzer so eingeschlagen werden können, daß die Schneiden derselben zwischen die Längsfasern des Holzes eindringen, ohne sie zu zerschneiden. Der festliegende Stamm wird nun an beiden Enden mittelst der „zweimännigen" Schrotsäge, normal zu seiner Achse (dieselbe geradlinigt vorausgesetzt) abgeschnitten und auf den entstandenen Schnitt- oder Hirnflächen werden die Mittelpunkte bestimmt.

Das stärkere Ende eines Baumstammes heißt sein Stamm- oder großes Ende, das schwächere das Zopf-Wipfel- oder kleines Ende. An diesen beiden Enden muß nun die Figur des Querschnitts des zu beschlagenden Holzes so aufgezeichnet werden, daß beide correspondirend liegen, d. h. beide gleich vorausgesetzt, sich decken. Man erreicht dies mit Hülfe des Bleiloths und des Winkeleisens. Sind a und a', Fig. 3 Taf. 1, die Mittelpunkte der Hirnflächen am Stamm- und Zopfende, so bestimme man mit Hülfe des Bleiloths (Senkels) auf denselben zwei lothrechte Linien b c und b' c', die durch die Mittelpunkte gehen und welche daher beide in einer, durch die

Achse des Stammes gehenden, Vertikalebene liegen; zieht man nun mittelst des Winkeleisens durch a und a' zwei, auf bc und b'c' senkrechte, Linien de und d'e' so kann man dieselben als die Schnitte einer wagerechten, durch die Achse des Stammes gehenden Ebene ansehen, und man ist im Stande, mittelst der gezogenen Linien jede beliebige Querschnittsfigur unter den angeführten Bedingungen zu zeichnen.

§. 4.

Soll der Stamm in seiner ganzen Länge prismatisch beschlagen werden, so daß also sein Querschnitt überall derselbe ist, so muß dieser sich natürlich vollständig auf das Zopfende aufzeichnen lassen; A'B'C'D', Fig. 3 **Taf. 1**, sei dieser Querschnitt und ABCD die correspondirende Figur am Stammende, welche nun innerhalb des Umfangs liegen wird. Jetzt muß der Stamm abgeschnürt, d. h. es müssen auf seiner Oberfläche diejenigen Linien gezogen werden, nach welchen der Zimmermann das überflüssige Holz forthauet. Zu diesem Zwecke verlängert man die Linien AC und BD Fig. 3, bis an den Umfang des Stammes bei B'' und D''. Hält man nun (angenommen die Punkte A'B'C'D' liegen im Umfange selbst) an B'' und B' eine gefärbte und gespannte Schnur, so läßt sich zwischen beiden Punkten eine Linie abschnüren, die auf der Oberfläche des Stammes liegt und welche die Spur bezeichnet, in welcher eine durch B'D' und BD gelegte Ebene die Mantelfläche des Baumstammes schneidet.

§. 5.

Das Beschlagen selbst geschieht nun auf folgende Weise. An der Seitenfläche des Stammes werden keilförmige Kerben, in etwa 2- bis 2½füßiger Entfernung von einander, mit der Art eingehauen, so daß die tiefsten Linien der Kerben die Schnurschläge B''B' D''D', Fig. 3 **Taf. 1**, nicht ganz berühren, und dann die Schwarte zwischen den Kerben ebenfalls mit der Art abgespalten. Die nun noch rauhe Fläche wird mit dem **Breitbeil** ebener gehauen oder „abgebeilt" und dadurch die eine Seite des Stammes vollendet.

Sind auf diese Weise zwei einander gegenüberliegende Seiten bearbeitet, so wird der Stamm umgekantet, d. h. eine der beschlagenen Seiten nach oben gebracht, so daß die früher lothrechten Linien bc und b'c', jetzt wagerecht liegen, wie Fig. 4 **Taf. 1** dies zeigt, und dann das Abschnüren der beiden andern Seiten vorgenommen. Soll dabei das Holzstück in seiner ganzen Länge prismatisch, also überall von gleichem Querschnitt werden, so müssen die Linien BB' und DD' abgeschnürt und danach die Schwarten DD'CC' fortgehauen werden.

Sehr oft ist nun aber eine prismatische Gestalt nicht erforderlich und es genügt, wenn zwei Seiten des beschlagenen Holzes einander parallel laufen (wie z. B. bei freiliegenden Balken), dann sucht man den Querschnitt am Stammende so groß als möglich zu bekommen und beschlägt die beiden übrigen Seiten nach Schnurschlägen B''B' und D''D', die aber natürlich, wenn das Holz überall vollkantig sein soll, ganz auf die Fläche B''D''B'D' fallen müssen. Zuweilen beschlägt man überhaupt nur zwei Seiten, die einander gegenüber liegen, und es kann Fälle geben, in welchen nur eine Seite zu beschlagen nöthig ist.

§. 6.

Man sieht, daß das Beschlagen selbst, eine sehr einfache Operation, und auch das Aufzeichnen der Querschnittsfiguren an den Hirnflächen, mit den allereinfachsten geometrischen Hülfsmitteln auszuführen ist. Etwas anderes aber ist es, das Beschlagen so vortheilhaft als möglich, d. h. so vorzunehmen, daß aus jedem Stamme der möglich größte Nutzen gezogen wird. Alle hierher gehörigen Fälle aufzuführen ist nicht wohl thunlich, und nur einige der hervorragendsten wollen wir besprechen.

Soll z. B. aus einem gegebenen Stamme ein rechteckiger Balken, von der möglich größten Tragkraft, beschlagen werden, so lehrt uns die Theorie, daß sich die Breite desselben zur Höhe wie $1 : \sqrt{2}$, oder nahe genug, wie $5 : 7$ verhalten muß. Dieser Querschnitt wird erlangt, wenn man (den Stamm kreisrund vorausgesetzt) einen Durchmesser in der Hirnfläche Fig. 5 **Taf. 1** zieht, diesen in drei gleiche Theile theilt, in den beiden Theilpunkten a und b, nach entgegengesetzten Seiten, Perpendikel ac und bd bis an den Umfang errichtet und dann das Rechteck cedf vollendet. Soll dagegen der Balken der am wenigsten beugbarste sein, so muß sich seine Breite zur Höhe wie $1 : \sqrt{3}$, oder nahe genug, wie $4 : 7$ verhalten; und man erhält diesen Querschnitt, wenn man in Fig. 5ª den Durchmesser ad in vier gleiche Theile theilt, in den Theilpunkten b und c Senkrechte errichtet, diese bis an die Peripherie verlängert und dann das Rechteck efgh vollendet. Ist es nun zugleich Bedingung, daß der Balken durchaus prismatisch gestaltet sei, so bleibt nichts übrig, als einen der eben beschriebenen Querschnitte an dem Zopfende des Stammes aufzuzeichnen und danach den Balken zu beschlagen. Diese Bedingung findet aber sehr oft nicht statt, und es genügt in vielen Fällen, wenn der Balken überall nur gleiche Höhe hat, so daß seine Seitenflächen divergiren dürfen. In diesem Falle verfahre man auf folgende Weise. Nachdem am Zopfende des Stammes der größtmögliche Querschnitt abcd Fig. 6 **Taf. 1**, nach Fig. 5 oder 5ª, aufgezeichnet worden, ziehe man am Stammende Fig. 6, diesem Querschnitte gemäß, die beiden wagerechten Linien c'd' und a'b' bis an den Umfang, so daß

die Entfernung derselben von einander gleich der Höhe h des Querschnitts am Zopfende wird; alsdann schnüre man die Linien b' b und d' d ꝛc. ab und beschlage hiernach den Stamm, welcher nun an beiden Enden gleiche Höhen h, aber verschiedene Breiten b und B haben wird.

Ein gleichmäßig belasteter, prismatischer Balken, der an seinen beiden Enden frei aufliegt, hat aber seine schwächste Stelle in der Mitte seiner Länge, und die Tragkraft zweier Balken, von verschiedener Breite und gleicher Höhe, steht im geraden Verhältniß ihrer Breite. Der nach dem Querschnitt a b c d Fig. 6, prismatisch behauene Balken, hat aber eine mittlere Breite = b und der divergirend beschlagene, eine dergleichen Breite $= \frac{b+B}{2}$, mithin wird sich die Tragkraft beider wie $b : \frac{b+B}{2}$ verhalten, und setzen wir $B = b + \frac{b}{n}$, so haben wir das Verhältniß $b : b + \frac{b}{2n}$ oder $1 : 1 + \frac{1}{2n}$, so daß die Zunahme der Tragkraft, gegenüber dem prismatischen Balken, $\frac{1}{2n}$ beträgt.

Da ferner, ein frei an beiden Enden aufliegender Balken, bei gleichmäßiger Belastung, bekanntlich nach den Enden hin einen kleineren Querschnitt zeigen muß als in der Mitte, wenn überall gleiche Wahrscheinlichkeit des Zerbrechens stattfinden soll, so können wir auch schließen, daß es für die Tragkraft vortheilhaft sein müsse, den mittleren Querschnitt möglichst groß zu machen, wenn auch dadurch an einem Ende etwa ein kleinerer Querschnitt entsteht, als für den prismatischen Balken nothwendig wäre. Dies führt, unter der Voraussetzung, daß der Balken an einem Ende nicht vollkantig zu sein braucht, sondern einige Wahnkanten zeigen darf, zu folgender Methode des Beschlagens.

Wird die Bedingung gestellt, daß der Balken in der Mitte seiner Länge ganz vollkantig sei, dabei aber auf die Größe der Wahnkanten am Zopfende, so wie auf eine gleiche Höhe kein Gewicht gelegt, so zeichne man am Stammende (den Baum wieder kreisrund vorausgesetzt), mit dem mittleren Halbmesser einen Kreis und beschreibe in diesem den vortheilhaftesten Querschnitt nach der, in Fig. 5 oder 5ᵃ Taf. 1, angegebenen Methode. Diesen Querschnitt übertrage man alsdann auf die Hirnfläche am Zopfende, wobei freilig die Ecken über den Querschnitt des Stammes hinausfallen werden, aber doch leicht durch das Anhalten eines Zollstabes, einer Latte ꝛc. in so weit bestimmt werden können, daß man die nöthigen Schnurschläge machen kann. Der hiernach beschlagene Stamm, Fig. 7 Taf. 1, wird, vom Stammende bis zur Mitte seiner Länge, prismatisch gestaltet sein, und von hier ab gegen das Zopfende hin, zwar gleiche Breite behalten, aber in der Höhe abnehmen, weil der mittlere Querschnitt a b c d, Fig. 7ᵃ, Taf. 1, am Zopfende nicht mehr hinreichende Höhe findet, da die Linien a' b' und c' d' Fig. 7ᵇ den kreisförmigen Querschnitt nicht mehr berühren.

Schätzen wir nun die Tragkraft dieses Balkens, wie oben, wieder nach seinem mittleren Querschnitte*) und vergleichen ihn mit dem, aus demselben Stamme zu gewinnenden, durchaus prismatischen Balken, dessen Breite b und Höhe h sein mag, so ist das Verhältniß der Tragkraft beider zu einander, wenn B und H den Querschnitt des wahnkantigen Balkens Fig. 7 bezeichnen, $= bh^2 : BH^2$, und setzen wir, ähnlich wie oben, $B = b + \frac{b}{2n}$ und $H = h + \frac{h}{2n}$, was wegen Aehnlichkeit der Figuren zulässig ist, so haben wir

$$bh^2 : \left(b + \frac{b}{2n}\right) \cdot \left(h + \frac{h}{2n}\right)^2$$

$$bh^2 : b\left(1 + \frac{1}{2n}\right) \cdot h^2\left(1 + \frac{1}{2n}\right)^2$$

$$1 : \left(1 + \frac{1}{2n}\right) \cdot \left(1 + \frac{1}{2n}\right)^2 = 1 : \left(1 + \frac{1}{2n}\right)^3 =$$

$$1 : 1 + \frac{3}{2n} + \frac{3}{4n^2} + \frac{1}{8n^3}.$$

Die Zunahme an Tragkraft läßt sich daher ausdrücken durch

$$\frac{3}{2n} + \frac{3}{4n^2} + \frac{1}{8n^3}$$

und setzen wir z. B. n = 5, so wird aus Vorstehendem, $\frac{3}{10} + \frac{3}{100} + \frac{1}{1000}$ oder 0,331. Die Zunahme der Tragkraft des vollkantig, aber mit abnehmender Breite beschlagenen Balkens, Fig. 6 Taf. 1, gegenüber dem prismatischen, betrug $\frac{1}{2n}$, mithin für $n = 5$, $\frac{1}{10} = 0{,}1$. Setzen wir daher die Tragkraft des prismatischen Balkens = 1, so ist die des vollkantig, aber ungleich breit beschlagenen = 1, 1 und die des wahnkantig beschlagenen = 1,331 und alle drei verhalten sich bezüglich ihrer Tragkraft zu einander, wie 1 : 1,1 : 1,331, so daß der Letztere nahezu um ⅓ mehr Tragkraft besitzt als der Erste.

Ist aber die Größe der Wahnkanten am Zopfende vorgeschrieben, und etwa bestimmt, daß der Balken überall gleiche Höhe haben soll, ein Fall, der in der Ausführung häufig vorkommt, so bleibt nichts anderes übrig, als diesen Bestimmungen gemäß, den möglichst vortheilhaftesten Querschnitt am Zopfende aufzuzeichnen, und dann ähnlich wie

*) Dies ist zwar (hier so wenig als früher) streng genommen nicht richtig, dürfte aber für die Praxis, in welcher auch die Belastung fast nie ganz gleichförmig vertheilt ist, genau genug sein.

in Fig. 6 **Taf. 1** zu verfahren, wo dann, wie dort, ebenfalls ein Balken mit divergirender Breite entstehen wird.

Sollen aus einem Stamme mehrere Hölzer von verschiedenen Querschnitten beschlagen werden, so ist es begreiflich am vortheilhaftesten, die schwächeren vom Zopf-, und die stärkeren vom Stammende zu nehmen, und dabei den Baum nach einem Querschnitte nicht weiter zu beschlagen, als dies die Längen der erforderlichen Hölzer nöthig machen, dann abzusetzen und einen stärkeren Querschnitt anzufangen, so daß ein solcher Stamm etwa die, in Fig. 8 **Taf. 1** gezeichnete, Gestalt erhält.

§. 7.

Bisher haben wir die Stämme immer gerade und kreisrund vorausgesetzt; beides ist aber sehr oft nicht der Fall, und dann ist darauf zu achten, daß bei einer elyptischen Gestalt des Querschnitts, die große Achse in die Richtung der Höhe des Balkens gebracht wird; und ist der Baum gekrümmt und soll ein Holz, dessen relative Festigkeit in Anspruch genommen wird, daraus gebildet werden, so muß die convexe Seite nach oben gerichtet sein. Gewöhnlich ist bei gekrümmten Hölzern die convexe Seite die der Wetterseite zugekehrt gewesene und daher festere, weßhalb diese immer dorthin gerichtet sein muß, woher die auf Biegung des Holzstücks wirkende Kraft kommt; ein Umstand, der auch bei geraden Hölzern zu beachten ist.

Wir haben bisher nur rechteckige Querschnitte der zu beschlagenden Hölzer betrachtet, weil dies der am meisten vorkommende Fall ist, doch kommen auch andere Querschnitte vor, besonders bei Dachpfetten und dergl. Hölzern, bei welchen meistens Querschnitte verlangt werden, die ein Trapez, oder auch wohl ein unregelmäßiges Vieleck bilden. In diesen Fällen müssen die Stämme in der Regel auf ihre ganze Länge prismatisch beschlagen werden, und es kann nicht schwer fallen, die erforderlichen Figuren auf den Hirnenden der Stämme aufzuzeichnen, wobei man natürlich von dem Zopfende des Stammes ausgehen muß.

§. 8.

Das Zurichten der Hölzer mittelst der Säge oder das Schneiden derselben geschieht, wie schon erwähnt, entweder aus freier Hand, oder auf besondern Maschinen, den Schneidemühlen. Bei dem Schneiden aus freier Hand, wird der Stamm entweder auf ein mannshohes Gerüst gebracht, oder über einer Grube befestigt, so daß immer ein Arbeiter, der die Säge führt, oben auf dem Stamme steht und ein oder zwei Arbeiter, welche die Säge ziehen, unterhalb des Stammes Platz haben. Das Schneiden über einer Grube, erspaart das oft beschwerliche Heben der Hölzer, hat aber die Unbequemlichkeit, daß sich in der Grube Wasser sammelt, wenn sie nicht etwa eine solche Lage hat, daß dieses abgeleitet werden kann; und daß man mit der Arbeit an einen bestimmten Platz gebunden ist, was nur dann ohne Nachtheil sein kann, wenn viele Stämme an ein und demselben Orte geschnitten werden sollen.

Das Gerüst zum Schneiden besteht gewöhnlich aus einer einfachen Hebevorrichtung, ähnlich der sogenannten deutschen Heblade und einem noch einfacheren Bocke. Erstere besteht aus zwei Theilen, deren jeder aus einer Kreuzschwelle, drei Pfosten oder Stielen und einem Buge oder Bande und einem Rahmstücke zusammengesetzt ist, wie Fig. 9 **Taf. 1** einen solchen zeigt. Die drei Pfosten sind, in kurzen Zwischenräumen, mit genau correspondirenden, drei bis vier Zoll im Quadrat großen, Löchern versehen, in welche passende Hölzer gesteckt werden, um die Querhölzer, auf denen der zu schneidende Stamm ruht, zu tragen, wie dies Fig. 10 **Taf. 1**, in welcher die ganze Vorrichtung im Zusammenhange abgebildet ist, zeigt. Das andere Ende des Stammes ruht dann auf dem aus schwächern Hölzern zusammengeschlagenen Bocke B Fig. 10. Die Art und Weise, wie die Hebevorrichtung zum Heben des einen Stammendes benutzt wird, ist dem bekannten Gebrauche der deutschen Heblade ganz ähnlich, und es mag daher das Weitere darüber dem mündlichen Vortrage überlassen bleiben.

Das Schneiden geschieht wieder nach den auf den Hirnseiten des Stammes aufgezeichneten Querschnittsfiguren, über deren Aufzeichnung, zu dem früher Gesagten, nichts hinzuzufügen sein wird, so bald nur 1 Stück aus dem Stamme geschnitten werden soll. Es ist nöthig, daß der Stamm wenigstens auf der oberen Seite bewaldrechtet wird, damit der obenstehende Arbeiter sicher fußen kann. Ein Bewaldrechten der unteren Seite ist nicht durchaus nothwendig, denn die sicherere Lage des Stammes auf seinen Unterlagen, die dadurch bezweckt wird, kann man auch durch untergeschlagene Keile und die doch nöthigen Klammerhaken immer erreichen.

§. 9.

Sollen mehrere Stücke aus einem Stamme geschnitten werden, so erfordert die Anordnung der einzelnen Schnitte reifliche Ueberlegung, wenn der Abfall an Holz ein Minimum werden soll.

Alle hierbei möglichen Fälle können wir nicht aufführen, und müssen uns mit einigen allgemeinen Andeutungen begnügen *).

Es wird immer vortheilhaft sein, die Stücke von

*) Beispiele in dieser Beziehung findet man in „Traité de l'art de la charpenterie par A. R. Emy." Pl. 11.

größerem Querschnitte in die Mitte des Stammes, und die schwächeren an die Peripherie desselben zu legen. Eben so wird es in den meisten Fällen vortheilhafter sein, keinen Schnitt durch die Achse des Stammes zu legen, wenn nicht gerade zwei Halbhölzer aus demselben gebildet werden sollen. Sind Dielen oder Bohlen zu schneiden, so schneidet man die stärkeren aus der Mitte, damit sie möglichst breit ausfallen. Oft kann man durch eine Anordnung, wie sie Fig. 11 **Taf. 1** zeigt, Vortheile erreichen, weil dann die mit **a a** bezeichneten Dielen an einem, oder auch — wenn man dieselbe Anordnung auch oberhalb trifft — an beiden Enden gesäumt („gestegt") erfolgen und das Holz, welches als einzelne Säume abfallen würde, jetzt noch einige schwächere Bretter **b b** gibt.

Die Zimmerleute, und noch mehr die Besitzer von Schneidemühlen, sind indessen in dieser Beziehung gewöhnlich sehr geübt, weil es ihr pekuniäres Interesse zu nahe berührt, wenn sie einen Baumstamm möglichst hoch verwerthen; und wir würden diesen Gegenstand ganz unberührt gelassen haben, wenn der Baubeamte nicht öfter in den Fall käme, sogenannte Holzdesignationen für die Forstämter anfertigen zu müssen, wenn von diesen zu irgend einem Bauwesen Holz — natürlich immer in runden Stämmen — verabreicht wird. Es bleibt alsdann dem Baumeister nichts Anderes übrig, als die erforderlichen Bauhölzer mit ihren Querschnitten möglichst vortheilhaft in die anzunehmenden — oft auch ihren Grenzen nach gegebenen — Baumstämme einzuzeichnen, um so letztere nach Anzahl, Stärke und Länge bestimmen zu können. Diese Arbeit ist zeitraubend und schwierig, und wir wollen daher einige Beispiele anführen, in welchen die aus einem Stamme zu schneidenden Hölzer angegeben sind; vorher aber noch folgende Bemerkung einschalten.

Wenn man auch die erwähnte Holzdesignation auf das sorgfältigste ausgearbeitet hat, so wird ein erfahrener Holzschneider die durch jene bezeichneten Stämme, doch noch vortheilhafter benutzen können; weßhalb folgendes Verfahren jedem Baumeister anzurathen ist. Man summire die cubischen Inhalte der erforderlichen (in einer Tabelle speziell aufgeführten) vollkantigen Hölzer, rechne hierzu, je nach Beschaffenheit der auszuführenden Constructionen, 5 bis 6 % Verschnitt hinzu und subtrahire diese Summe von dem Cubicinhalte der designirten runden Baumstämme. Den Rest aber rechne man dem ausführenden Zimmermanne zum Brennholzwerthe an, so daß dieser Betrag von seinem Arbeitsverdienst in Abzug gebracht wird, während ihm die aus dem Forste gelieferten Stämme zu freier Disposition gestellt werden; aus denen er dann die erforderlichen Hölzer nach ihrem Querschnitt und ihrer Länge zu liefern hat.

§. 10.

Es gibt*):

Ein Block von 10 Zoll Durchmesser am untern Ende:

9 Stück waldkantige, $^3/_4$ Zoll starke Bretter und 2 Schwarten;
oder:
8 Stück 8 Linien starke, waldkantige Bretter;
oder:
7 Stück 1zöllige Bretter und 2 Schwarten;
oder:
5 Stück gestegte (besäumte) $^3/_4$ Zoll starke, 8 $^1/_2$ Zoll breite Bretter,
4 „ wahnige Bretter,
4 „ schöne Schwarten;
oder:
36 Stück 1 $^1/_2$ Zoll breite, 1 Zoll starke Latten,
4 „ starke Schwärten,
4 „ wahnige Latten;
oder:
18 Stück 2 $^1/_2$ Zoll breite, 8 Linien dicke Latten,
2 „ 8 Linien starke, wahnige Bretter,
4 „ Schwarten;
oder:
5 Stück 1 $^1/_2$ Zoll starke Dielen mit Wahnkanten,
2 „ starke Schwarten-Dielen;
oder:
4 Stück 2zöllige, wahnkantige Dielen,
2 „ Schwarten;
oder:
21 Stück 1 $^1/_2$ Zoll starke, kantige Schalthölzer,
2 „ starke Dielen-Schwarten,
2 „ schwache ditto;
oder:
12 Stück 2zöllige Schalthölzer,
4 „ etwas wahnige dergleichen,
2 „ Schwarten und Abfälle;
oder:
5 Stück 2 $^1/_2$zöllige Schalthölzer,
4 „ dergl., etwas wahnig,
4 „ Schwarten;
oder:
4 Stück 3 Zoll starke Schalthölzer,
2 „ 1 „ „ wahnige Bretter,

*) Diese Angaben sind aus „Handbuch zur Ermittlung der Bauhandwerksarbeiten und zur Anfertigung von Bauanschlägen 2c., von einem praktischen Architekten. Schwäb. Hall, F. F. Haspel'sche Buchhandlung 1846", (103 8° Seiten) genommen, als der einzigen, dem Verfasser zugänglichen Quelle, in welcher nach württemberger Maaß sich Angaben finden.

2 Stück 1 Zoll starke, gestegte Bretter,
4 „ Schwarten.

Ein Block von 12 Zoll Durchmesser am untern Ende:

10 Stück gestegte, 10 Zoll breite, 1/2 Zoll dicke Schalbretter,
2 „ 1 Zoll starke, wahnige Bretter,
2 „ starke Schwarten,
2 „ etwas schwächere ditto;
oder:
5 Stück gestegte, 1 Zoll starke, 10 Zoll breite Bretter,
2 „ wahnige dergl.,
4 „ starke Schwarten;
oder:
4 Stück 1 1/4 Zoll starke, 10 Zoll breite Bretter, von denen 2 etwas wahnig sind,
2 „ wahnige dergl.,
4 „ Schwarten;
oder:
7 Stück gestegte, 3/4 Zoll starke, 10 Zoll breite Bretter,
2 „ halbwahnige dergl.
4 „ starke Schwarten;
oder:
4 Stück 1 1/4 Zoll starke, 10 Zoll breite Bretter,
2 „ wahnige dergl.,
4 „ Schwarten;
oder:
24 Stück 3 Zoll breite, 3/4 Zoll starke Latten,
16 „ 2 „ „ 3/4 „ „ „
4 „ Schwarten,
4 „ schräge Abfälle;
oder:
40 Stück 2 Zoll breite, 3/4 Zoll starke Latten,
4 „ 1 „ starke Schwartenbretter,
4 „ Schwarten;
oder:
48 Stück 1 1/2 Zoll breite, 3/4 Zoll starke Latten,
4 „ 3/4 „ starke Schwartenbretter,
4 „ Schwarten;
oder:
60 Stück 1 1/4 Zoll breite, 1 Zoll starke Latten,
4 „ 1 „ starke Schwartenbretter,
4 „ Schwarten;
oder:
16 Stück 2 Zoll starke Schalthölzer,
4 „ 1 „ „ wahnige Bretter,
4 „ Schwarten;
oder:
36 Stück 1 1/2 Zoll starke, kantige Schalthölzer,
4 „ starke Schwarten;
oder:
36 Stück 1 1/4 Zoll starke, kantige Schalthölzer,
4 „ 1 „ „ Schwartenbretter,
4 „ Schwarten;
oder:
6 Stück 3 Zoll starke Schalthölzer,
2 „ 1 1/2 Zoll starke wahnige Halbdielen,
4 „ Schwarten;
oder:
6 Stück 2 1/2 Zoll starke Schalthölzer,
5 „ 1 1/2 „ „ 8 Zoll breite Dielen,
2 „ 1 „ „ wahnige Bretter,
4 „ Schwarten;
oder:
2 Stück 3 Zoll starke, 10 Zoll breite Dielen,
2 „ 1 1/2 Zoll starke, wahnige Bretter,
2 „ starke Schwarten.

Ein Block von 15 Zoll Durchmesser am dünnen Ende:

7 Stück 12 Zoll breite, 1 Zoll starke Bretter,
4 „ 1 Zoll starke Schwartenbretter,
4 „ Schwarten;
oder:
9 Stück 3/4 Zoll starke, 12 Zoll breite Bretter,
4 „ 3/4 „ „ wahnige ditto,
4 „ Schwarten;
oder:
6 Stück 1 1/4 Zoll starke, 12 Zoll breite Bretter,
2 „ dergl. wahnige,
2 „ 3/4 Zoll starke, wahnige dergl.,
4 „ Schwarten;
oder:
5 Stück 1 1/2 Zoll starke, 12 Zoll breite Dielen,
2 „ dergl. wahnige,
2 „ 3/4 Zoll starke, wahnige Bretter,
4 „ Schwarten;
oder:
48 Stück 3 Zoll breite, 3/4 Zoll starke Latten,
oder:
40 Stück 3 Zoll breite, 1 Zoll starke Latten,
4 „ 1zöllige, halbwahnige, 11 Zoll breite Bretter,
4 „ Schwarten;
oder:
40 Stück 2 1/2 Zoll breite, 1 Zoll starke Latten,
oder:
48 Stück 2 1/2 Zoll breite, 3/4 Zoll dicke Latten,
4 „ 1 Zoll starke wahnige Bretter,
4 „ 1 1/2 Zoll starke dergl.
4 „ Schwarten;

oder:
24 Stück 2 Zoll starke Schalthölzer,
2 „ 1 1/2 „ „ dergl.,
4 „ Schwarten;
oder:
16 Stück 2 1/2 Zoll starke Schalthölzer,
4 „ 1 1/2 „ „ wahnige Bretter,
4 „ Schwarten;
oder:
4 Stück 2 Zoll starke, 12 Zoll breite Dielen,
2 „ 2 „ „ 12 „ „ wahnige dergl.,
2 „ 3/4 „ „ Schwartenbretter,
4 „ Schwarten;
oder:
3 Stück 2 1/2 Zoll starke, 12 Zoll breite Dielen,
2 „ 1 3/4 „ „ 12 „ „ etwas wahnige dgl.,
4 „ Schwarten;
oder:
3 Stück 3 Zoll starke 10 Zoll breite Dielen,
4 „ 1 1/4 „ „ wahnige dergl.,
4 „ starke Schwarten;
oder:
12 Stück 3 Zoll starke Schalthölzer,
2 „ 1 1/4 „ „ wahnige Dielen,
4 „ Schwarten.

Ein Block mit 20 Zoll Durchmesser am untern Ende:
10 Stück 1 Zoll starke, 16 Zoll breite, gestegte Bretter,
4 „ dergl. wahnige im Mittel 13 Zoll breit,
2 „ „ „ „ „ 9 „ „
4 „ Schwarten;
oder:
10 Stück 1 Duodecimal-Zoll starke, 16 Duodecimal-Zoll breite, gestegte Bretter,
2 „ 1 Duodecimal-Zoll starke, 16 Zoll breite, wahnige Bretter,
4 „ dergl. wahnige } etwas schmäler,
2 „ dergl. }
4 „ Stück Schwarten;
oder:
9 Stück 1 1/4 Zoll starke, 16 Zoll breite, gestegte Bretter,
2 „ dergl. jedoch wahnig und 12 Zoll breit,
2 „ dergl. 3/4 Zoll stark, wahnig,
2 „ dergl.,
4 „ Schwarten;
oder:
6 Stück 2 Zoll starke, 16 Zoll breite Dielen,
2 „ dergl. wahnige,
2 „ 1 Zoll starke, wahnige Bretter,
2 „ starke und
2 „ schwache Schwarten;

oder:
7 Stück 1 1/2 Zoll starke, 15 Zoll breite Dielen (b äußersten etwas wahnig),
2 „ 1 1/2 Zoll starke wahnige dergl.,
2 „ 1 Zoll starke, dergl. Bretter,
4 „ Schwarten;
oder:
4 Stück 2 1/2 Zoll starke, 15 Zoll breite, gestegte Diele
2 „ 1 3/4 „ „ halbwahnige dergl.,
2 „ dergl. wahnig,
2 „ 1 1/2 Zoll starke dergl. wahnige,
4 „ schwache Schwarten;
oder:
4 Stück 3 Zoll starke, 16 Zoll breite Dielen,
4 „ 1 1/2 Zoll starke, wahnige Dielen,
4 „ starke Schwarten;
oder:
76 Stück 1 1/2 Zoll starke Rähmlinge,
2 „ 1 1/4 „ „ wahnige Bretter,
4 „ große Schwarten;
oder:
48 Stück 2 Zoll starke Schalthölzer,
2 „ 2 „ „ wahnige Dielen,
4 „ starke Schwarten;
oder:
30 Stück 2 1/2 Zoll starke Schalthölzer,
4 „ 1 „ „ wahnige Bretter,
2 „ 5/4 „ „ dergl.;
oder:
12 Stück 3 Zoll starke Schalthölzer,
2 „ 1 1/4 Zoll starke, 15 Zoll breite wahnige Brette
2 „ dergl. etwas schmäler,
2 „ 1 Zoll starke, wahnige Bretter,
4 „ Schwarten;
oder:
12 Stück 4 Zoll starke Schalthölzer,
2 „ 1 1/2 „ „ wahnige Dielen,
4 „ 1 1/4 „ „ dergl.,
4 „ Schwarten;
oder:
16 Stück 3 1/2 Zoll starke Schalthölzer,
4 „ 1 3/4 „ dergl. Dielen,
4 „ Schwarten.

§. 11.

Ob man die Hölzer durch das Beschlagen, oder dur das Schneiden in die erforderliche Form bringen soll, häng meistentheils von der örtlichen Gewohnheit ab, und es i schwer gegen diese anzukämpfen. Beide Methoden habe übrigens ihre Vor- und Nachtheile, die wir hier, unter d Vorerinnerung, daß wir dabei nur die stärkeren, balke

artigen Hölzer im Auge haben, indem die feineren Sorten — mit Ausnahme der sogenannten Spaltlatten — immer geschnitten werden, wenigstens kurz andeuten wollen.

Zu den Vortheilen der beschlagenen Hölzer rechnen wir den Umstand, daß diese immer den Kern behalten und deßhalb auch eine größere Anzahl ganzer unverletzter Jahresringe, die dem Holze jedenfalls mehr Tragfähigkeit geben, als wenn dasselbe, etwa seitwärts des Kerns, aus dem Stamme geschnitten ist; ferner werden sich beschlagene Hölzer weniger leicht verziehen und werfen, wohl aber zum reißen geneigt sein. Ein Nachtheil ist aber der Verlust durch den Abfall in Form von Spähnen, während beim Schneiden noch brauchbare Stücke und Schwarten erfolgen. Dann werden, besonders bei schwächeren Stücken (Sparren z. B.), beim Beschlagen unausgewachsene Stämme verwendet, deren Holz noch nicht die gehörige Reife und Dauer hat, wodurch das Heranwachsen großer Stämme seltener wird. Solches unreife Holz ist aber dem Wurmfraße und dem Schwamme mehr ausgesetzt, als das gehörig ausgewachsene. Das geschnittene Holz gibt für die schwächeren Verbandstücke, wenn diese, wie es sein soll, aus stärkeren Stämmen durch das Trennen derselben gewonnen sind, dauerhafteres, ausgewachsenes Holz, welches sich freilich aber gern wirft, d. h. krumm wird. Das Schneiden der Hölzer gewährt den Vortheil der vortheilhaftesten Benutzung eines Stammes, und endlich lassen sich geschnittene Hölzer, ihrer regelmäßigeren Gestalt wegen, bequemer „abbinden", und die dargestellten Constructionen haben ein eleganteres Ansehen.

Eine andere Zubereitung der Hölzer, durch das Biegen derselben, gehört, im größeren Maaßstabe ausgeführt, fast ausschließlich in den Brückenbau, wenn es auch bei der Anfertigung verzahnter Balken &c. im Hochbauwesen ebenfalls Anwendung findet. Wir wollen daher Ersteres, was besondere Anstalten erfordert *), hier ganz übergehen, und das Letztere, wenn von den verzahnten Balken die Rede ist, erwähnen. Ebenso übergehen wir die Zubereitungen, welche sich auf die innere Structur des Holzes beziehen und mehr chemischer Natur sind, wie z. B. das Kianisiren des Holzes, das Ausdampfen desselben &c. als in die Baumaterialienlehre gehörig.

Zweites Kapitel.

Die einfachen Holzverbindungen.

§. 1.

Fast eine jede Holzconstruction besteht aus mehreren Stücken, deren Anzahl oft durch die bedingte Form des darzustellenden Gegenstandes, oft aber auch durch die Gestalt und Größe der disponibeln Hölzer bestimmt wird. Hierdurch wird sehr oft der Keim der Wandelbarkeit in die Construction gepflanzt, und um so mehr, aus je mehr einzelnen Stücken dieselbe zusammengesetzt ist. Um diesen, in der Natur der Sache liegenden, Uebelstand möglichst unschädlich zu machen, sucht man die Zusammensetzungen der einzelnen Stücke so fest als möglich zu machen, und hat zu diesem Zwecke eine Menge der verschiedensten Zusammensetzungen von Hölzern erdacht, die man allgemein unter dem Namen der Holzverbindungen zusammenfaßt. Um in die ziemlich große Menge verschiedener Verbindungen einige Ordnung zu bringen, wollen wir dieselben nach den zunächst beabsichtigten Zwecken einzutheilen suchen.

Diese Zwecke können sein:

1) Verlängerung der Hölzer,
2) Verstärkung derselben; und zwar
   a) Verdickung,
   b) Verbreiterung.
3) Verknüpfung der Hölzer, d. i. Knotenbildung oder Verbindung zweier sich in ihren Richtungen kreuzenden Hölzer.

Hierbei können die Hölzer entweder
   a) in einer Ebene, oder,
   b) in verschiedenen Ebenen liegen,

und entweder reichen beide Hölzer über den Kreuzungspunkt hinaus, oder nur eins derselben, oder gar keins.

Der Scharfsinn der Holzarbeiter hat zum Theil sehr künstliche Verbindungen erfunden, nur sind leider die künstlichsten gemeinhin auch diejenigen, welche am wenigsten in der Praxis brauchbar sind. Wir wollen daher auch nur die wirklich brauchbaren derselben, in Folge der eben gemachten Eintheilung, kennen lernen.

Diese Verbindungen sind nun theils unmittelbare d. h. solche, wo nur die Holzstücke selbst die Verbindung bewirken oder mittelbare, bei denen die eigentliche Verbindung durch Hülfsstücke: Nägel, Bolzen, Klammern &c. bewirkt wird. Da diese Hülfsstücke sehr oft vorkommen, so wird es am angemessensten sein, zuerst einige Worte über dieselben anzuführen.

§. 2.

Die Nägel sind ihrer Form nach so verschieden, im Allgemeinen aber auch so bekannt, daß wir über dieselben nichts weiter zu sagen brauchen, als daß man gewöhnlich annimmt, ein Nagel müsse dreimal so lang sein, als das anzunagelnde Holz dick ist.

Die Bolzen unterscheiden sich in Spitzbolzen, Splintbolzen und Schraubenbolzen. Die Spitzbolzen sind eigentlich nichts anderes, als große starke Nägel,

*) Siehe darüber „Röder praktische Darstellung der Brückenbaukunde, Darmstadt 1846. Zweite Auflage." 2r. Bd. S. 49.

entweder mit rundem, rechteckigem, oder dreieckigem Schaft, und mit Kopf und Spitze versehen. Die Bolzen mit dreieckigem Schafte benutzt man dann gern, wenn sie in das Hirnholz eines Verbandstücks eingetrieben werden sollen, weil sie in demselben fester haften als die mit rundem oder rechteckigem Schafte; Fig. 1 **Taf. 2** zeigt einen solchen Spitzbolzen.

Die Splintbolzen bestehen aus dem Schafte a, dem Kopfe b, der Unterlagsscheibe c und dem Splinte d Fig. 2 **Taf. 2.** Der Schaft kann rund oder eckig im Querschnitte sein. Der Kopf ist gewöhnlich quadratisch und so dick als der Schaft, oft aber auch sechseckig gestaltet. Die Unterlagscheibe ist, rund oder eckig, aus starkem Blech (Sturz), mit einem Loch in der Mitte, gestaltet und hat den Zweck, das Eindringen des Splints in das Holz zu hindern. Letzterer hat zuweilen die in Fig. 2ᵃ **Taf. 2** dargestellte Form, besonders dann, wenn er öfter entfernt werden soll, und es ist dann wohl in dem in seinem Kopfe befindlichen Loche, eine Schnur oder kleine Kette befestigt, so daß er nicht verloren gehen kann. Soll der Splint aber gegen ein mögliches Herausfallen geschützt werden, so biegt man denselben, nach Fig. 3 **Taf. 2**, so zusammen, daß er doppelt erscheint, und treibt, nachdem er eingesteckt worden, die unteren Theile auseinander, wodurch das Herausfallen verhindert wird. Die Splintbolzen werden dort nicht angewendet, wo ein festes Zusammenziehen der durch sie verbundenen Holzstücke die Absicht ist, sondern nur da, wo sie ein Entfernen der verbundenen Theile von einander, in einer Richtung senkrecht auf die des Bolzens, unmöglich machen, eine Drehung um den Bolzen als Achse, aber nicht verhindern sollen. Man hat darauf zu sehen, daß das zur Aufnahme des Splints in den Schaft geschlagene Loch, so weit vom Ende des letzteren entfernt bleibt, daß ein Ausreißen desselben nicht zu befürchten ist.

Der Schraubenbolzen, Fig. 4 **Taf. 2**, besteht aus denselben Theilen wie der Splintbolzen, nur fehlt im Schaft das Splintloch, an dessen Stelle die Schraubenspindel tritt, und statt des Splints ist eine Schraubenmutter erforderlich. Hinsichtlich des Schafts ist nichts Besonderes zu bemerken, wohl aber in Bezug auf die Verbindung desselben mit dem Kopfe. Die Schraubenbolzen haben nämlich sehr oft einer großen Spannung ihrer Länge nach zu widerstehen, und deßhalb muß die erwähnte Verbindung eine möglichst innige sein. Gewöhnlich werden die Köpfe angeschweißt, d. h. ein nach der Gestalt des Kopfes geformtes Eisen wird mit einem Loche versehen, durch dieses der Schaft gesteckt, beides dem Feuer ausgesetzt und dann durch hämmern mit einander verbunden. Wenn diese Manipulation mit der gehörigen Vorsicht vorgenommen wird, so gewährt sie allerdings große Festigkeit, doch ist die angewendete Sorgfalt, nach der Fertigung, schwer oder gar nicht zu beurtheilen, und man thut daher besser, in den nicht seltenen Fällen, in welchen von der Haltbarkeit eines Bolzens oft die ganze Construction abhängig ist, die Köpfe anstauchen zu lassen, d. h. sie auf dieselbe Weise bilden zu lassen, wie der Nagelschmied den Kopf des Nagels bildet. Hierbei muß der Bolzen öfter ins Feuer gebracht werden, auch erfordert er mehr Eisen und wird daher theurer; doch aber muß man bei wichtigen Bolzen darauf bestehen, wenn man nicht etwa lieber, statt des Kopfes eine zweite Schraubenmutter anbringen will, die dann aber auch eine zweite Unterlagsscheibe erfordert. Die Schraubenmutter hat etwa eine Stärke gleich dem Durchmesser des Schaftes, wenigstens sollte sie nicht weniger haben, und man hat darauf zu sehen, daß die Gewinde, sowohl in der Mutter, als an der Schraubenspindel, gehörig tief und rein geschnitten sind, auch muß die Schraubenspindel gehörig rund sein und die erforderliche Länge haben. Kopf und Mutter macht man gern sechseckig, weil sie so bei geringerem Gewichte dieselbe Haltbarkeit besitzen, auch die letztere bequemer mit dem Schraubenschlüssel angezogen werden kann. Damit der Bolzen beim Anziehen der Mutter sich nicht dreht, wird der eckige Kopf desselben gewöhnlich in das Holz eingelassen, und dann ist hier eine Unterlagsscheibe, die zwischen der Mutter und dem Holze nie fehlen darf, nicht nöthig. Darf der Kopf nicht eingelassen werden und ist er klein, auch das Holz weich, so wird, um ein Eindrücken zu vermeiden, auch hier eine Scheibe untergelegt. Damit sich alsdann der Bolzen nicht drehe, wird oft der Theil des Schafts zunächst am Kopfe viereckig gestaltet, wie dies Fig. 5 **Taf. 2** zeigt.

In manchen Fällen kann man sich statt der Schraubenbolzen der wohlfeileren Nietnägel bedienen. Dieselben sind runde, mit einem Kopfe versehene Nägel ohne Spitze, aus gutem weichem Eisen verfertigt, zu denen eine ebenfalls runde Nietscheibe gehört, deren Loch aber nur eben so groß sein darf, daß der Schaft des Nagels hindurchgeht. Ist dieser Nagel durch die zu verbindenden Hölzer geschlagen, so wird die Nietscheibe aufgesteckt, das überflüssige Eisen abgehauen und das abgehauene Ende durch die bekannte Manipulation umgenietet. Diese Verbindung ist beim Schiffsbau nicht ungewöhnlich und, wie sich der Verfasser überzeugt hat, gewährt sie eine große Festigkeit.

Für alle Bolzen muß ein Loch vorgebohrt werden, und man hat darauf zu sehen, daß der Durchmesser desselben weder zu groß noch zu klein wird. Im ersteren Falle würde der Bolzen schlottern und ein Verschieben der verbundenen Hölzer nicht vollständig verhüten, im letzteren Falle aber müßte der Bolzen mit großer Gewalt eingetrieben werden, wodurch der Kopf desselben Schaden leiden könnte.

Spitzklammern oder **Krampen** sind mehr oder weniger lange und starke Eisenstücke mit zwei, gewöhnlich rechtwinklich umgebogenen, oft eingehackten, d. h. mit Widerhaken versehenen, Spitzen, wie Fig. 6 **Taf. 2** eine solche zeigt. Sie dienen zuweilen zur Verbindung zweier Hölzer, oft aber auch dazu, um eine auf das Holz gelegte Eisenschiene in ihrer Lage zu befestigen (z. B. bei Hängeeisen 2c.).

Bankstifte hat man ebenfalls von verschiedener Größe und wendet sie meistens da an, wo zwei sich kreuzende Hölzer an einander, oder auch ein Holz an einer Mauer oder dergl. befestigt werden soll. Sie bestehen aus dem Dorn a Fig. 7 **Taf. 2** und dem Lappen b. Ersterer, von viereckigem Querschnitte, wird in das eine Holz, oder in die Mauer getrieben und hat daher bei c einen Ansatz, um hierauf die Hammerschläge zu führen; in dem Lappen sind einige Löcher angebracht, um durch hindurch geschlagene Nägel oder durch Holzschrauben die Befestigung des anderen Holzstückes zu bewirken.

Mehrere andere Hülfsstücke, als Schienen, Platten 2c. sind theils nicht so allgemein gebräuchlich, theils haben sie eine immer nur für den jedesmaligen Zweck bestimmte Form, daß wir ihrer am besten erst da erwähnen, wo von ihrer Anwendung die Rede sein wird.

Wir wenden uns nun den eigentlichen Holzverbindungen selbst zu und betrachten,

1. Die Verlängerung der Hölzer.

§. 3.

Die Verlängerung der Hölzer kann unter verschiedenen Umständen stattfinden; einmal in Bezug auf die Lage der Hölzer, ob diese nämlich horizontal, geneigt oder senkrecht ist; dann ob von der Verbindung ein Widerstand gegen Pressung, gegen Zug oder gegen Verbiegung gefordert wird; nach welchen Anforderungen sich die Art der Verbindung richtet.

Der gerade Stoß, Fig. 8 **Taf. 2**, wird bei horizontalliegenden Hölzern da angewendet, wo weder eine Verbiegung noch eine Spannung in den verbundenen Hölzern eintreten kann, auch nicht das eine Holz an dem anderen eine Stütze finden soll. Er kommt daher z. B. bei Wandschwellen vor, und muß dann immer unter einem Pfosten liegen, weßhalb dieses Verbandstück in der Figur mit angedeutet wurde.

Der schräge Stoß, Fig. 8 **Taf. 2**, hat vor dem vorigen keine anderen Vorzüge, als daß das Holz a auf dem Holze b einiges Auflager findet und daher theilweise von diesem getragen wird. Die Anwendung ist dieselbe wie beim geraden Stoße, und geschieht ebenfalls unter oder über einem Pfosten. Gewöhnlich wird die Schräge des Stoßes so bestimmt, daß sich die Seiten cd und de wie 1 : 2 verhalten. Beide Verbindungen werden häufig durch eine über die Fuge geschlagene Klammer verstärkt.

Der Stoß mit eingesetztem Stück, Fig. 9 **Taf. 2**, kommt vor, wenn eine Ueberblattung der Hölzer, wegen zu geringer Länge derselben, nicht thunlich ist, die Verbindung aber doch einer Verbiegung — nach einer Seite hin wenigstens — einigen Widerstand entgegensetzen soll. Die Länge des eingesetzten Stücks ist etwa der vierfachen Höhe der Hölzer, die Stärke desselben der halben Höhe gleich, und die Schräge a b hat die halbe Stärke des eingesetzten Stücks zur Anlage. Die Verbindung kommt selten vor.

Dasselbe Schicksal theilt **der Stoß mit eingesetztem Haken**, Fig. 10 **Taf. 2**, obgleich derselbe einigem Zuge Widerstand leisten kann. Die übliche Form ist in der Figur durch Verhältnißzahlen, die sich auf die Höhe der Hölzer als Einheit beziehen, angegeben.

Der Stoß mit eingesetztem Haken und mit Keilen, Fig. 11 **Taf. 2**. Die Verbindung soll, außer gegen Zug, auch gegen Verbiegung schützen, findet aber ebenfalls nur selten Anwendung.

Handelt es sich darum einen Stoß anzuordnen, der einer großen Spannung, der Länge der Hölzer nach, Widerstand leistet, so geben die beiden, in den Fig. 12 und 13 **Taf. 2**, dargestellten Verbindungen unstreitig die größte Sicherheit, weßhalb sie namentlich bei Brückenbauten Anwendung finden. Figur 12 besteht aus zwei Paar schmiedeisernen Schienen, von denen 1 Paar auf einer, das andere auf der entgegengesetzten Seite liegen. Die Schienen sind an den Enden umgebogen und greifen mit diesen Umbügen etwa 1 Zoll tief in die Hölzer ein; sie sind 2 Zoll breit, 4 bis 5 Linien stark und haben etwa die vierfache Höhe der zu verbindenden Hölzer zur Länge. Diese Schienen sind durch 4 Paar Schraubenbolzen von angemessener Stärke mit einander verbunden, so daß das Ganze eine sehr feste und zuverlässige Verbindung darstellt.

In Fig. 13 **Taf. 2** werden die schmiedeisernen Schienen durch zwei gußeiserne Platten ersetzt, die auf zwei entgegengesetzten Seiten der Hölzer liegen, und durch 2 oder 4 Schraubenbolzen mit diesen und mit einander verbunden sind; außerdem greifen die Platten mit den angegossenen Nasen in die Hölzer ein und sind durch Durchbrechungen am Gewicht erleichtert. Diese Verbindung, von Nordamerika zu uns gekommen, läßt nichts zu wünschen übrig und dürfte dort die vorzüglichste sein, wo es sich darum handelt, zwei Hölzer so fest als möglich mit einander zu verbinden.

§. 4.

Fig. 14 **Taf. 2** zeigt die **gerade Anblattung**, eine Verbindung, die häufig angewendet und gewöhnlich

„verbohrt", d. h. mit einigen hölzernen Nägeln versehen wird. Fig. 15 derselben Tafel zeigt die schräg eingeschnittene gerade Anblattung. Beide Verbindungen werden durch die Figuren hinreichend deutlich gemacht, und es bleibt nur noch auf die diagonale Stellung der beiden Nägel aufmerksam zu machen, die nöthig wird, um ein Aufspalten des Holzes zu verhüten.

Fig. 16 Taf. 2 gibt die schräge Anblattung, die ebenfalls verbohrt und deßhalb der geraden zuweilen vorgezogen wird, weil sie weniger leicht aufspaltet.

Das schräge Hakenblatt, Fig. 17 Taf. 2, leistet schon einigen Widerstand gegen Spannung, in der Richtung der Achse der verbundenen Hölzer, steht jedoch der in Fig. 18 dargestellten Verbindung, dem schrägen Hakenblatte mit dem Keil, deßhalb weit nach, weil letzteres nach keiner Richtung ausweichen kann, so lange der Keil a nicht gelöst ist. Die schrägen Schnitte bei b b verhüten jedes Heben. Den Keil a macht man recht schlank und gern von trockenem Eichenholze. Diese Verbindung ist, besonders wenn sie durch zwei Schraubenbolzen verstärkt wird, eine der vorzüglichsten.

Zu den gekünstelten und daher seltener vorkommenden Verbindungen gehört das versteckte schräge Hakenblatt, Fig. 19 Taf. 2, das sich von dem gewöhnlichen, schrägen Hakenblatte Fig. 17, nur durch die an einer Seite stehengelassene Backe unterscheidet, wodurch das Hakenblatt, von einer Seite wenigstens, versteckt und der Verbindung das Ansehen des geraden Stoßes gegeben wird.

Ganz dieselbe Bewandniß hat es mit dem, Fig. 20 Taf. 2 dargestellten, verborgenen Hakenblatte. Die Verbindung ist in ihrer Wirkung dem Fig. 17 Taf. 2 gezeichnetem, schrägen Hakenblatte ganz gleich, während sie im Aeußeren der schrägen Anblattung, Fig. 16 Taf. 2, ähnlich sieht.

§. 5.

Die in den beiden vorigen Paragraphen beschriebenen Verbindungen sind zwar bei weitem nicht alle, doch aber wohl die am gewöhnlichsten vorkommenden, wenn Hölzer, in horizontaler oder geneigter Lage, verlängert werden sollen, und wir haben daher nur noch einige Verbindungen für den Fall kennen zu lernen, daß die zu verlängernden Hölzer vertikal stehen. Man pflegt alsdann die Verbindung mit dem Namen des Pfropfens oder Anpfropfens zu bezeichnen, besonders wenn sie bei einzurammenden Pfählen Anwendung findet.

In diesem besonderen Falle, wenn die zu pfropfenden Hölzer unter der Ramme in den Boden getrieben werden sollen, kann man einen Bruch an der Verbindungsstelle nicht verhüten, sobald Veranlassung dazu eintritt, und alle Vorkehrungsmittel dagegen, durch künstliche Einschnitte oder eiserne Schienen, helfen nichts, ja sind zuweilen nur schädlich. Man hat vielmehr sein Augenmerk darauf zu richten, daß die Achsen der zu verbindenden Hölzer in eine Lohtrechte treffen, daß beide Hölzer sich mit möglichst großen Flächen berühren und ein Aufspalten und Splittern verhindert wird; wobei dann noch darauf zu sehen sein wird, daß keine hervorstehenden Eisentheile die Reibung beim Einrammen vergrößern und letzteres erschweren.

Hiernach erscheint die in Fig. 21 Taf. 2 dargestellte, von den Franzosen mit mehreren Abänderungen oft gebrauchte, Verbindung als unzweckmäßig, indem sie eine sorgfältig zu vermeidende Splitterung gewissermaßen geradezu einleitet. Auch die Fig. 22 Taf. 2 gezeichnete, in Deutschland wohl übliche Verbindung mit 3 eisernen Schienen, ist nicht zweckmäßig, weil diese ein Brechen gar nicht und ein seitwärtiges Ausweichen nicht kräftig genug verhindern. Es dürfte am zweckmäßigsten sein, nach Fig. 23 Taf. 2, beide Hölzer genau senkrecht auf ihre Achsen abzuschneiden, jedes Ende mit einem starken, eingelassenen, eisernen Ringe zu versehen und einen etwa 12 Zoll langen, 1 — 1½ Zoll starken, geschmiedeten, eisernen Dorn zur Hälfte in jedes Holz, in genau in der Achse gebohrte, passende Löcher, einzulassen. Die Engländer wenden zuweilen die in Fig. 24 Taf. 2 gezeichnete Verbindung an, welche durch eine gußeiserne Muffe a b c d bewirkt wird und ebenfalls zweckmäßig erscheint. Soll eine Pfropfung vorgenommen werden, ohne daß die Hölzer den Wirkungen der Ramme ausgesetzt sind (z. B. bei Doppelpfosten in Magazinen ꝛc.), so ist die gerade Abblattung, Fig. 14 Taf. 2, auch in vertikaler Stellung sehr wohl brauchbar.

2. Die Verstärkung der Hölzer.

a) Die Verdickung.

§. 6.

Die Untersuchungen über die Tragfähigkeit (relative Festigkeit) prismatisch gestalteter Hölzer lehren uns, daß diese Tragfähigkeit im einfachen geraden Verhältniß zur Breite, im einfachen umgekehrten zur Länge und im geraden Verhältniß zum Quadrat der Höhe stehen. Es liegt daher nahe Verbindungen aufzusuchen, die die Vergrößerung der Höhenabmessung im Querschnitte eines Balkens bezwecken, oder die eine Verdickung desselben bewirken. Legt man zwei Hölzer, von gleicher Breite und Höhe, der Länge nach ohne alle weitere Verbindung auf einander, und nimmt man an, daß auch gar keine Reibung zwischen ihnen stattfinde, so ist klar, daß ein auf solche Weise verdoppelter Balken, auch nur die doppelte Last des einfachen tragen kann. Ganz anders verhält es sich aber, wenn

die Verbindung so eingerichtet wird, daß die beiden Hölzer sich nicht unabhängig von einander bewegen können, namentlich daß kein Gleiten des oberen Holzes auf dem unteren stattfinden kann, denn nur in diesem Falle, und wenn man die Verbindung so ansehen kann, als ob beide Hölzer aus einem Stück beständen, tritt die Vermehrung der Tragkraft im quadratischen Verhältniß zur Höhe ein. Es ist daher auch bei allen hierher gehörigen Verbindungen das Hauptaugenmerk auf diesen Umstand zu richten, d. h. die Hölzer so mit einander zu verbinden, daß kein Gleiten des oberen auf dem unteren eintreten kann. Im Allgemeinen wird dies durch Eingriffe der Hölzer in einander, welche durch hindurchgezogene Schraubenbolzen in ihrer Wirkung unterstützt werden, bewirkt; und je nachdem man hierbei verschiedene Methoden befolgt hat, haben die Verbindungen auch verschiedene Namen bekommen.

§. 7.

Eine dieser Verbindungsarten ist die sogenannte **Verzahnung** Fig. 1 **Taf. 3**. Die übereinanderliegenden Hölzer greifen dabei sägezahnartig in einander und sind durch Schraubenbolzen mit einander verbunden. Die Anfertigung ist etwa folgende. Nachdem die Abmessungen, namentlich die Höhe der verzahnten Hölzer, die sie nach bewirkter Verbindung haben sollen, festgesetzt sind, müssen Hölzer $^6/_{10}$ dieser Abmessung stark dazu verarbeitet werden. Jede Verzahnung besteht aus einer ungeraden Anzahl einzelner Stücke, gewöhnlich aus 3, zuweilen aber auch aus 5; mehr kommen indessen nicht leicht vor. Besteht die Verzahnung aus 3 Stücken, so geht eins davon, das untere, A Fig. 1 **Taf. 3**, in ganzer Länge durch, während die beiden oberen in der Mitte gestoßen werden. Das untere, besonders auf der oberen Seite, genau (mittelst des Hobels) abgerichtete Holzstück, erhält in der Mitte $\frac{6}{10}$ an jedem Ende $\frac{5}{10}$ von der Höhe der ganzen Verzahnung zur Stärke, und wird durch eine Unterstützung in der Mitte und ein Herabpressen der beiden Enden um $^1/_{60}$ seiner Länge **gesprengt**, d. h. so gebogen, daß der Pfeil des Bogens sich zu seiner Sehne wie 1 : 60 verhält. In dieser Spannung muß das Holz während der ganzen Bearbeitung erhalten werden. Parallel zur Oberkante und in einer Entfernung von $^1/_{10}$ der ganzen Höhe der Verzahnung von derselben, wird die Linie x y Fig. 2 **Taf. 3** aufgeschnürt und auf dieser, symmetrisch von der Mitte aus, zu beiden Seiten die Länge der Zähne, gleich $\frac{8}{10} - \frac{10}{10}$ der Höhe der Verzahnung, aufgetragen, wodurch die Punkte 1, 2, 3 ꝛc. gefunden werden. Jetzt zieht man die Linie 1 a, senkrecht darauf die 1 b, und mit dieser parallel die 2 c, 3 d ꝛc.; werden dann noch die Linien 2 b, 3 c ꝛc. gezogen, so kann man nach dieser Zeichnung die Zähne ausarbeiten; was mit möglichster Genauigkeit geschehen muß. Das Holzstück war vor der Bearbeitung in der Mitte $\frac{6}{10}$ an den Enden $\frac{5}{10}$ der ganzen Verzahnung hoch, welches Maaß bei a a' ungeschmälert geblieben, bei x x' aber, da die Tiefe der Zähne $^1/_{10}$ der Höhe beider Hölzer beträgt, auf $\frac{4}{10}$ vermindert worden ist, wie dies Fig. 1 zeigt. Ganz auf dieselbe Weise werden die beiden Hälften des Obertheils der Verzahnung bearbeitet, so daß jedes derselben, anfänglich in der Mitte am Zusammenstoße, $\frac{5}{10}$ und an den Enden $\frac{6}{10}$ der Verzahnung hoch genommen und dann so bearbeitet wird, daß es in der Mitte $\frac{4}{10}$ der Verzahnungshöhe stark bleibt, an den Enden aber $\frac{6}{10}$ dieser Abmessung.

Die beiden Oberstücke werden nun auf das noch immer gesprengte Unterstück aufgelegt, wobei man gewöhnlich das letztere noch etwas mehr krümmt, um die Oberstücke nicht nur bequemer einlegen zu können, sondern auch um dadurch ein festeres Ineinandergreifen der Zähne zu bewirken. In die Fuge a a'' Fig. 1 wird, um das Ineinanderdringen der beiden, hier mit den Hirnenden zusammenstoßenden, Hölzer zu vermeiden, gewöhnlich eine Metallplatte (eine Blech- oder Eisentafel) gelegt, die man zuweilen keilförmig gestaltet, um einen festeren Schluß zu bewirken, damit nicht durch ein Zusammendrängen der Fuge a a'' eine Biegung der ganzen Verzahnung eingeleitet wird. Jetzt werden die 3 Holzstücke durch Schraubenbolzen mit einander verbunden, die in lothrechter Stellung und in Entfernungen gleich der 1—1½fachen Zahnlänge eingezogen werden, und dann das Ganze sich selbst überlassen, d. h. die Vorrichtungen, welche das Unterstück bisher in seiner Sprengung erhielten, entfernt. Ein Kennzeichen genauer Arbeit ist es, wenn sich hierbei die Sprengung nur unmerklich vermindert.

Die Wirkung einer solchen Verzahnung erklärt sich leicht, wenn man erwägt, daß die einzelnen Hölzer der Verzahnung, zu einem festen Ganzen verbunden, sich nicht unabhängig von einander biegen können, sondern daß an einer solchen Biegung alle Hölzer zugleich theilnehmen müssen und daß dies nicht anders geschehen kann, als wenn die Holzfasern der oberen Hölzer verkürzt, die des unteren aber verlängert werden, mithin das Ganze sich gerade so verhält, wie ein einzelner Balken von denselben Abmessungen und derselben Gestalt (in Bezug auf die bogenförmige Gestalt). Hierbei wird aber vorausgesetzt, daß die Verzahnung vollkommen passend und auch mit Rücksicht darauf

gearbeitet sei, daß die Pressungen und Spannungen in den Holzfasern der Zähne der Oberstücke und des Unterstücks, von der Mitte nach den Enden hin zunehmen, da sie, wenigstens bei einer gleichförmigen oder allein in der Mitte angebrachten Belastung, hier gleich Null sind. Eine solche Bearbeitung ist aber schwer zu erreichen, und es gehört die Anfertigung eines tadellosen verzahnten Balkens zu den schwierigsten Arbeiten des Zimmermanns. Da ferner die Zähne mit den Hirnenden gegen einander sich stemmen und, bei weichem (Nadel=) Holze, ein Ineinanderdrücken dieser Hirnenden zu befürchten bleibt, so erleichtert man sich die Arbeit gewöhnlich dadurch, daß man die Stoßfugen der Zähne nicht dicht, sondern so arbeitet, daß Keile von recht trockenem hartem Holze, oder gar von Eisen, hineingetrieben werden können; ähnlich wie bei der Fuge a a'' Fig. 1 **Taf. 8**; diese Figur zeigt links die eben erwähnte Anordnung.

Muß der verzahnte Träger (wie man die ebenbeschriebene Verbindung nennt) so lang werden, daß das untere Holzstück nicht mehr in einem Stücke beschafft werden kann, so setzt man dasselbe aus zwei, in der Mitte stumpf gestoßenen, Stücken zusammen und ordnet dann in der oberen Lage 3 Holzstücke an, wie solches Fig. 3 **Taf. 8** zeigt. Die Bearbeitung dieser ist der eben beschriebenen ganz ähnlich, nur ist zu bemerken, daß an dem mittleren, oberen Stücke die Zähne, nach Fig. 3, gegen früher entgegengesetzt gerichtet sein müssen, damit ein Zusammenketten der 5 Hölzer bewirkt wird.

Die Verzahnung zweier Hölzer kann übrigens auch vorkommen, ohne daß sie gerade einen Träger bilden sollen, sondern auch da, wo es nur Absicht ist, ein Holz auf einem andern so zu befestigen, daß ein Verschieben desselben, nach einer bestimmten Richtung hin, unmöglich wird. In diesen Fällen ist die Arbeit weniger schwierig und nur darauf zu sehen, daß, nach Fig. 7 **Taf. 8**, jeder Zahn ein hinreichend großes Stück Holz faßt, dessen Parallelcohäsion überwunden werden muß, wenn eine Verschiebung stattfinden soll. (Der bezeichnete Fall kann bei sehr belasteten Hängewerken vorkommen.)

§. 8.

Wir haben schon der Schwierigkeit der genauen Bearbeitung eines verzahnten Trägers erwähnt, und müssen diese als einen Nachtheil der Verbindungsweise anführen. Dazu kommt, daß durch das gegenseitige Ineinandergreifen der über einander liegenden Hölzer an der Höhe derselben, mithin an ihrer Tragkraft, verloren wird. Man hat daher durch andere Verbindungsweisen die gerügten Mängel zu beseitigen gesucht, indem man die Hölzer, ohne sie durch ein Ineinandergreifen zu schwächen, doch so auf einander befestigt hat, daß ein Verschieben ebenfalls kräftig und vollständig verhütet wird. Diese Verbindungsweisen begreift man unter dem Namen der Verdübelungen. Es sind mehrere derselben gebräuchlich, von denen wir einige kennen lernen wollen. Alle haben gegen die Verzahnung das Unterscheidende, daß die Unverschieblichkeit nicht durch das Eingreifen der Hölzer selbst, sondern durch besondere Verbandstücke, die Dübel, bewirkt wird. Diese Dübel können cylinderförmige, prismatische oder schwalbenschwanzförmige Zapfen sein, die zur Hälfte in jedes der zu verbindenden Hölzer eingreifen; oder die Dübel bilden einfache oder doppelte Keile und bewirken, unter Zuhülfenahme von eisernen Schraubenbolzen, die beabsichtigte Verbindung.

Suchen wir zuerst eine Balkenverstärkung, wie Fig. 1 **Taf. 8**, durch eine Verdübelung zu ersetzen. Es leuchtet ein und ist schon bei der Verzahnung bemerkt, daß die Verschiebung der aufeinanderliegenden Hölzer in der Mitte Null und nur nach den Enden hin bemerklich ist, daraus folgt, daß die Verdübelung in der Mitte wegfallen und nur an den Enden angebracht werden darf. Fig. 4 **Taf. 8** zeigt diese Verdübelung daher auch nur an den beiden äußeren Vierteln der Hölzer, während die mittleren Theile glatt und ohne weitere Verbindung, als die durch die Schraubenbolzen bewirkte, auf einander liegen. Die Figur zeigt links die Verdübelung mit Doppelkeilen, die in Zwischenräumen, etwa gleich der Höhe der ganzen Verbindung angebracht sind. Diese Keile müssen schlank und von recht trocknem hartem Holze angefertigt werden, ihr Kopf kann circa $\frac{3}{20}$ der ganzen Höhe hoch, $\frac{2}{20}$ breit und das Loch für die Keile quadratisch, mit $^3/_{20}$ Seite, gestaltet sein. Die Keile werden erst dann eingetrieben, wenn die Schraubenbolzen angezogen sind. Letztere werden zwischen den Keilen angeordnet, in Entfernungen etwa gleich der doppelten Höhe der ganzen Verbindung. Außer dem Vortheile der leichteren Anfertigung gewähren die Keile noch den, daß man später, wenn ein Zusammentrocknen des Holzes und dadurch eine Senkung des Trägers stattgefunden hat, den letzteren heben und die Keile von Neuem antreiben kann, weßhalb dieselben länger angefertigt werden müssen, als der Träger breit ist.

Fig. 4 **Taf. 8** zeigt rechts eine Verdübelung, die der Verzahnung sehr ähnlich sieht und durch eingesetzte prismatische Dübel gebildet wird. Wie die Figur zeigt, ist die Stärke dieser Prismen, die etwa wieder $^1/_{10}$ der Höhe beider Hölzer beträgt, nach der Mitte zu aus dem oberen, nach den Enden hin aber aus dem unteren Holze genommen, und zwar bei jedem einzelnen Dübel, so daß letztere eine diagonale Lage bekommen. Die lichte Entfernung dieser Dübel von einander beträgt etwa die Höhe h und die Länge derselben die Hälfte dieses Maaßes. Die Dübel

müssen wiederum aus hartem, trockenem Holze bestehen und so gelegt werden, daß Hirnholz gegen Hirnholz stemmt, mithin die Adern der Dübel mit denen der Hauptbölzer parallel laufen. Die Dübel haben wegen ihrer diagonalen Lage das Bestreben sich aufzurichten und dadurch die beiden verbundenen Hölzer von einander zu entfernen, weßhalb die Schraubenbolzen stark genug und namentlich mit guten (angestauchten) Köpfen und gut geschnittenen Schrauben versehen sein müssen. Auch solche verdübelte Balken bekommen eine Sprengung wie die verzahnten, und müssen dieselbe erhalten, bevor die Einschnitte für die Keile oder Dübel ausgearbeitet werden. Der obere Theil der Verbindung kann wie bei der Verzahnung aus 2 Stücken, oder wie in unserer Figur angegeben, aus einem Stücke bestehen, wie das untere.

Die eben beschriebenen Constructionen sind bei den Bauten der württembergischen Eisenbahnen vielfach zur Anwendung gekommen, und haben sich nach den damit angestellten Versuchen bewährt, und zwar beide gleich gut*).

Fig. 5 **Taf. 3** zeigt einen verdübelten Träger, bei welchem die zahnartig eingreifenden Dübel einfache Keile sind, und der bei dem Bau der Cavalierbrücke in Berlin zur Ausführung gekommen ist**). Die Keile, deren Holzfasern parallel mit denen der Hauptbölzer laufen, sind, wie die Figur zeigt, abwechselnd von der einen und von der anderen Seite eingetrieben, und um dies Eintreiben zu erleichtern, sind zwischen die Hirnholzflächen dünne Zinkblechstreifen gelegt und die Keile selbst gut mit grüner (schwarzer) Seife geschmiert. Die Keile sind sehr wenig verjüngt, etwa nur $\frac{1}{24}$ der Länge im Ganzen, so daß ein 12″ langer Keil am Rücken 18″ und am entgegengesetzten Ende 17,5″ breit ist. Die Länge der Keile muß die Breite der zu verbindenden Balken um 3 bis 7″ übertreffen, damit dieselben nach den Enden zu gehörig nachgetrieben werden können. Die zwischen den Keilen angeordneten Schraubenbolzen halten beide Hölzer (jedes für sich aus einem Stück bestehend) zusammen, und erst wenn diese Bolzen fest angezogen sind, werden die Keile eingetrieben. Vorher müssen aber die Ausschnitte für dieselben in den Hölzern ausgearbeitet werden. Die Gestalt dieser zahnartigen Ausschnitte findet man leicht mit Hülfe von Fig. 6 **Taf. 3**, wenn man bemerkt, daß die Keile, vor Anwendung der eintreibenden Gewalt, nur wenige Zolle in die für sie bestimmten Oeffnungen reichen dürfen. Durch das allmälige und abwechselnde Eintreiben der Keile (man treibt die am meisten, welche am besten „ziehen“), erhalten die Balken eine Krümmung nach oben zu, so daß die, bei den vorhin beschriebenen Verbindungen der Balken zu Anfang der Arbeit gegebene, Sprengung hier erst am Ende durch das Eintreiben der Keile hervortritt. Bei dem angeführten Beispiele waren die eichenen Hölzer 40′ lang, 13″ breit und 14″ jedes hoch, die zuletzt eingetretene Krümmung betrug $\frac{1}{120}$—$\frac{1}{96}$ der Länge. (Bei Nadelholz kann man sie weiter treiben). Die Breite der Keile verhielt sich zur Höhe des ganzen Trägers wie 9 : 14, die Entfernung derselben von einander zu eben dieser Höhe wie 6 : 7, die Stärke der Keile betrug $\frac{1}{14}$ der Höhe des Trägers und letztere etwa $\frac{1}{17}$ der freiliegenden Länge desselben; während man diese letzte Abmessung, bei alle dergleichen verstärkten Balken, allgemein gleich $\frac{1}{12}$—$\frac{1}{15}$ der freiliegenden Länge macht.

Die Fig. 8 bis 10 **Taf. 3** zeigen noch andere Verdübelungen, die da vorzukommen pflegen, wo es sich weniger um die Vergrößerung der Tragkraft, als um eine Verbindung der Hölzer überhaupt handelt. Sie kommen hauptsächlich zur Verbindung n e b e n einander liegender Hölzer vor (z. B. bei sogenannten Dübelgebälken) und gehören daher eigentlich mit zu den Verbreiterungen.

§. 9.

Die in Fig. 11 **Taf. 3** dargestellte Verbindung ist eine V e r s c h r ä n k u n g. Sie kommt selten und dann gewöhnlich nur bei stark geneigt, oder ganz vertikal stehenden Hölzern (namentlich bei Hängesäulen) vor. Der Zweck ist wiederum, ein Verschieben der Hölzer an einander zu verhüten, und dieser wird durch das Ineinandergreifen mittelst der, die 2- bis 3fache Dicke der einzelnen Hölzer zur Länge habenden, prismatisch gestalteten Zähne erreicht, wobei hindurchgezogene Schraubenbolzen eine Entfernung der Hölzer von einander unmöglich machen. Die Tiefe des Eingriffs der Zähne beträgt etwa wieder $\frac{1}{10}$ der Stärke beider Hölzer, wodurch die Hölzer an Tragkraft verlieren. Bei einer vertikalen Stellung, wo die absolute oder rückwirkende Festigkeit in Anspruch genommen wird, macht dies freilich nicht so viel aus, als früher bei der relativen Festigkeit, weil jene mit dem Querschnitt im einfachen geraden Verhältnisse stehen. Indessen ist die Bearbeitung mühsam, und eine Verdübelung mit Doppelkeilen, nach Fig. 4 **Taf. 3**, ist ganz gewiß auch in vertikaler Stellung vollkommen wirksam und jedenfalls leichter ausführbar als die Verschränkung.

b) Die Verbreiterung.

§. 10.

Die Verbreiterung (Breitermachung) der Hölzer kommt bei jeder Lage derselben vor; in horizontaler, z. B. bei Fußböden, in vertikaler, bei Bretterwänden ꝛc. Die Art der Verbindung hängt von dem speziellen Zwecke und auch von der Stärke der zu verbindenden Hölzer ab, denn oft ist eine sonst zweckmäßige Verbindung, der zu geringen Stärke der Hölzer wegen, nicht ausführbar.

*) Eisenbahnzeitung 1845. S. 383.

**) Notizblatt d. Arch. Ver. in Berlin, Jahrg. 1840. S. 9.

Diese Verbindungen sind nun folgende:

1) Die Spundung, gewöhnlich bei Dielen gebräuchlich, kommt aber auch bei Balkenholz, z. B. in den Spundwänden, vor. Sie besteht dem Wesen nach darin, daß die Hölzer auf ihre ganze Länge mit einem Theile ihrer Stärke in einandergreifen. Den eingreifenden Theil nennt man die Feder, und die von derselben zu füllende Oeffnung den Spund oder die Nuth. Jedes zu verbindende Holzstück erhält daher gewöhnlich an einer Seite einen Spund und an der entgegengesetzten eine Feder, so daß, wenn mehrere auf diese Weise bearbeitete Hölzer an- oder vielmehr ineinander geschoben werden, die beabsichtigte Verbindung erreicht ist. Der Hauptzweck hierbei ist immer eine möglichste Dichtung der Fugen und die Absicht diesen Zweck mehr oder weniger vollkommen zu erreichen, hat verschiedene Formen entstehen lassen, von denen wir die hauptsächlichsten kennen lernen wollen.

Fig. 12 Taf. 3 zeigt die sogenannte Quadratspundung im Querschnitt, so genannt, weil die Feder a in ihrem Querschnitt ein Quadrat darstellt. Sie ist nur bei stärkeren Hölzern gebräuchlich, weil sonst die Backen b b der Nuth zu schwach werden und leicht abbrechen würden. Man theilt die Stärke der Hölzer in 3 gleiche Theile und gibt der quadratförmigen Feder einen solchen Theil zur Seite.

Werden die Hölzer schwächer, so wendet man die in Fig. 13 Taf. 3 gezeichnete Keilspundung an, bei welcher die Federn im Querschnitt gleichseitige Dreiecke (oft mit abgestumpfter Spitze) zeigen, deren Seite gleich dem dritten Theile der Stärke der Hölzer ist.

Diese beiden Spundungen sind die einzigen, welche bei solchen Hölzern, die unter der Ramme in den Boden getrieben werden sollen, anwendbar sind; denn obgleich die in den Fig. 14 und 15 Taf. 3 gezeichneten, ebenfalls in einem solchen Falle angewendet sein sollen, so sind sie doch so zerbrechlich, daß sie bei der Ausführung die, durch ihre Gestalt beabsichtigte größere Dichtigkeit, eben durch die große Zerbrechlichkeit und den großen Widerstand beim Einrammen, wieder verschwinden machen.

Diese und die in Fig. 20 und 21 Taf. 3 dargestellten Spundungen kommen vielmehr bei Dielen und Bohlen, die in vertikaler oder horizontaler Lage verwendet und nicht durch die Ramme eingetrieben werden sollen, vor, wenn es Absicht ist die Fugen möglichst dicht zu erhalten. Namentlich hat die in Fig. 21 Taf. 3 dargestellte Spundung den Zweck, die zur Befestigung der Dielen gebrauchten Nägel zu verstecken, wie solches die Figur andeutet.

2) Die Federung, Fig. 16 Taf. 3, kommt der Quadratspundung sehr nahe, nur findet der Unterschied statt, daß jedes Holz zwei Nuthen bekommt und die Feder aus einem besonderen Holzstücke besteht, das für sich passend bearbeitet und in die Nuthen eingetrieben wird. Die Verbindung ist etwas holzspaarend, weil die einzelnen Dielen ihre ganze Breite behalten und die Federn vortheilhafter aus größeren Stücken gearbeitet werden können. Gewöhnlich laufen die Holzfasern der Federn mit denen der zu verbindenden Hölzer parallel, doch geben sie dann, wenn die Federung bei Fußböden z. B. vorgenommen wird, eine nur geringe Festigkeit, weßhalb es in diesem Falle vorzuziehen bleibt, die Federn, wenn auch in kürzeren Stücken, so zu schneiden, daß ihre Holzfasern sich mit denen der Dielen rechtwinklig kreuzen. Dies bleibt aber nur ausführbar, wenn erst eine genuthete Diele an ihren Ort gebracht, dann die Feder eingesetzt und nun die zweite Diele dagegen gelegt wird; und unausführbar wird wenn, wie es zuweilen vorkommt, die Dielen erst alle oder wenigstens mehrere neben einander befestigt und dann die Federn eingeschoben werden sollen. Zuweilen macht man auch die Feder, statt von Holz, von schwachem Bandeisen, was besonders bei Fußböden den letzteren eine große Steifigkeit gibt und nicht viel theurer zu stehen kommt. Die Nuth wird dann mit einer bogenförmig gestalteten Säge, Fig. 24 Taf. 3, eingeschnitten.

3) Die halbe Spundung oder die Falzung, Fig. 17 Taf. 3, kommt nur bei schwächeren Hölzern, an denen eine ganze Spundung, eben dieser geringen Stärke wegen, nicht mehr ausführbar ist, und meist nur in vertikaler Lage derselben vor. Jedes Brett erhält dabei einen Falz, dessen Tiefe der halben Bretterstärke gleich ist. Nicht immer werden beide ineinandergreifenden Falze gleich lang, sondern der eine länger als der andere gemacht, wodurch die Fuge offen bleibt, wie bei a Fig. 18. Gewöhnlich beabsichtigt man dann durch diese, in gleichen Entfernungen und parallel neben einander hinlaufenden, Fugen die Decoration einer Fläche, und richtet dann den Falz auch wohl so ein, wie ihn Fig. 19 bei b zeigt.

4) Verbindungen die, wenigstens ohne die Anwendung des Leims, kaum noch diesen Namen beanspruchen können, sind das Fugen in Fig. 22, und das Messern in Fig. 23 Taf. 3, dargestellt. Bei dem Fugen sind die Stoßfugen rechtwinklig auf die Oberfläche der Hölzer gestellt, und man sorgt nur dafür, daß diese Flächen möglichst eben sind und sich überall berühren. Dasselbe findet bei den Messern Fig. 23 statt, nur mit dem Unterschiede, daß die Stoßfugen mit der Oberfläche der Hölzer keine rechten, sondern Winkel von 45, oder besser von 60 Grad bilden. Diese Verbindung kann vor dem Fugen den Vorzug verdienen, wenn es darauf ankommt, die Fugen so einzurichten, daß sie nicht dicht schließen, aber doch das Hindurchdringen gewisser Körper hindern (z. B. bei der Verschalung von hölzernen Vorsetzen, Bohlwerken). Alle diese Verbindungen müssen möglichst genau und deßhalb immer mit

dem Hobel, das Spunden und Federn mit dem sogenannten **Ruthhobel** bearbeitet werden. Eine Ausnahme findet nur statt, wenn man bei dem Federn die eisernen Federn anwenden will, wo, nachdem die Dielen gefugt worden, die Nuthen mit einer, nach Fig. 24 **Taf. 3**, rund gestalteten Säge eingeschnitten werden.

3. Die Verknüpfung der Hölzer.

§. 11.

Die Verknüpfung der Hölzer oder die **Knotenbildung** findet statt, wenn zwei oder mehrere Hölzer sich ihrer Richtung nach kreuzen, und in diesen Kreuzpunkten eine Verbindung bewirkt werden soll. Gewöhnlich kreuzen sich nur zwei Hölzer in einem Punkte, und wenn es möglich ist hat man dahin zu wirken, daß die Zahl derselben nicht größer ist, weil dann die Verbindung leichter, sicherer und meistens auch mit geringerer Schwächung der Hölzer geschehen kann. Alle diese Verbindungen muß man mehr oder weniger als Charniere, d. h. als um irgend eine, durch den Kreuzungspunkt gehende, Achse drehbare Verbindungen ansehen, wenn man eine größere Construction beurtheilen will. Die Erfahrung lehrt, daß dergleichen Drehungen eintreten, weil nur dadurch die Destruction vieler Bautheile erklärbar ist, die ihre Form verlieren, ohne daß ein Zerbrechen oder Zerreißen der einzelnen Hölzer stattgefunden hat. Meistens ist es aber dem Constructeur gerade darum zu thun, eine solche Drehung in den Kreuzungspunkten unter allen Umständen zu vermeiden, und dann bleibt nichts übrig, als diesen Kreuzungspunkt zum Winkelpunkt einer unverschieblichen Figur zu machen, d. h. zur Winkelspitze eines Dreiecks. Kreuzen sich z. B. in Fig. 1 **Taf. 4** zwei Hölzer a und b in dem Punkte p, und soll eine Drehung um letzteren Punkt unter allen Umständen verhindert werden, so muß ein drittes Holz c zu Hülfe genommen werden, welches sich mit a und b in den Punken o und r kreuzt; denn wenn nun auch die Punkte p, o und r als Charniere angesehen werden, so ist eine Drehung um dieselben (immer die erforderliche Festigkeit und Steifigkeit der Hölzer a, b und c vorausgesetzt) dennoch unmöglich. Eine solche Verbindung wollen wir einen **festen Knoten** nennen, im Gegensatze zu einer Verbindung von nur zwei Hölzern, die immer, wenigstens in Bezug auf Drehung, einen **losen** Knoten bilden. Zur Darstellung eines festen Knotens sind daher immer wenigstens drei Hölzer erforderlich und noch unter der Voraussetzung, daß diese ein Dreieck einschließen und sich nicht etwa alle drei in ein und demselben Punkte kreuzen; denn eine Verbindung von drei Hölzern nach Fig. 2 oder 3 **Taf. 4**, kann kein fester Knoten genannt werden; wo hingegen beide durch eine kleine Veränderung, wie sie die Fig. 4 und 5 darstellen, in vollkommen feste Knoten verwandelt werden. Es handelt sich hierbei, wie wir aus den Figuren ersehen, meist nur immer um die unmittelbare Verbindung zweier Hölzer mit einander, und die gebräuchlichsten dieser wollen wir jetzt kennen lernen. Dabei unterscheiden wir die Fälle, in welchen die beiden Hölzer in einer, oder in verschiedenen Ebenen liegen; und berücksichtigen außerdem noch, da wo es nöthig ist, den Umstand, ob beide Hölzer, eines, oder gar keines über den Kreuzungspunkt hinaus reichen.

a) Die Hölzer liegen in **einer** Ebene.

§. 12.

Wenn die Richtungen, d. h. die Winkel, unter welchen sich die Hölzer kreuzen, auf die Verbindung selbst ohne Einfluß ist, nehmen wir, der Bequemlichkeit wegen, die Kreuzung immer unter rechten Winkeln an, und nur wo eine besondere, abweichende Verbindungsweise durch andere Winkel bedingt wird, wollen wir letztere berücksichtigen.

Zu den hierher gehörigen Verbindungen rechnen wir die **Ueberblattungen** oder **Ueberschneidungen**. Fig. 6 **Taf. 4** zeigt die gewöhnliche Ueberblattung, und zwar bei **A**, wenn beide Hölzer über den Kreuzungspunkt hinausgehen, bei **B**, wenn dies nur bei einem der Fall ist, und bei **C**, wenn beide im Kreuzungspunkte endigen. Die Verbindung erklärt sich durch die Figuren genügend, und es ist nur zu bemerken, daß bei den in Fig. 6 **B** und **C** gezeichneten Fällen das Blatt verbohrt zu werden pflegt. Gewöhnlich wird aus jedem Holze die halbe Stärke ausgeschnitten; im Allgemeinen muß aber der Grundsatz festgehalten werden, daß das Holzstück, welches aufliegt, d. h. getragen wird, weit eher eine Schwächung ertragen kann, als dasjenige, welches trägt; wogegen Verstöße häufig genug vorkommen. Fig. 7 **Taf. 4** zeigt die Ueberblattung mit Versatzung, eine bei Zimmerungen ziemlich selten vorkommende Verbindung. Die Versatzung hat den Zweck, den Einfluß welchen das Eintrocknen der Hölzer auf die Genauigkeit der Verbindung ausübt, weniger schädlich zu machen.

Eine nur als Eckverbindung übliche Ueberblattung zeigt Fig. 8 **Taf. 4** unter dem Namen der **Eckâberblattung mit schrägem Schnitt**. Die schräge Fläche der Blätter verhütet eine Trennung der Verbindung, so lange sich das obere Holz nicht heben kann, und da die Schwellen hölzerner Gebäude immer verhältnißmäßig stark belastet sind, so daß bei ihnen ein Heben nicht vorausgesetzt werden kann, so ist die gezeichnete Verbindung bei Schwellenkreuzungen sehr gebräuchlich. Die eingeschriebenen Verhältnißmaaße machen die Construction deutlich.

Das **schwalbenschwanzförmige Blatt**, Fig. 9 **Taf. 4**, verhütet ein Herausziehen des eingeblatteten Holzes a, und das **schwalbenschwanzförmige Blatt**

mit Brüstung Fig. 10, schont bei demselben Zwecke das Holz a, indem für das Blatt selbst nur 1/3 der Holzstärke fortgestemmt wird, während sich durch die Brüstung (der Vorsprung bei c) das Holz b doch mit seiner halben Stärke auf das Holz a stützt; zugleich ist durch eine Verkürzung des Blattes das Hirnholz desselben versteckt.

Den Zweck, das Herausziehen des eingeblatteten Holzes zu verhüten, erfüllt auch die hakenförmige Ueberblattung Fig. 11, welche indessen den beiden vorigen Verbindungen deßhalb nachsteht, weil der Haken a, längs der Linie x y, sehr leicht abgesprengt wird. Mit einer kleinen Abänderung wird die hakenförmige Ueberblattung auch als Eckverbindung, d. h. da benützt, wo keines der sich kreuzenden Hölzer über den Kreuzungspunkt hinausreicht. Fig. 12 **Taf. 4** zeigt diese Verbindung und zugleich, daß vermöge des keilförmig gestalteten Hakens, die Verbindung auch nach der Richtung des Holzes a nicht ausweichen kann. Die Verbindung ist sehr gebräuchlich, und für eine Eckūberblattung auch wohl die beste, weßhalb wir ihr diesen Namen ausschließlich beilegen wollen.

In der Wirkung ganz gleich, aber sonst nicht so gut, ist die eingeschnittene Eckūberblattung Fig. 13 **Taf. 4**, weil der ganz isolirte, kleine Haken a sehr leicht abspringt, was bei der früheren Verbindung nicht der Fall ist, weil dort der Haken mit dem übrigen Holze mehr Zusammenhang hat.

In Fig. 9 **Taf. 4** haben wir zwar schon ein schwalbenschwanzförmiges Blatt kennen gelernt, jedoch nur bei rechtwinkliger Kreuzung der Hölzer; um nun auch die geringe Abänderung kennen zu lernen, welche stattfindet, wenn sich die Hölzer unter einem anderen Winkel kreuzen, so ist eine solche Ueberblattung in Fig. 14 **Taf. 4** gezeichnet, wobei nur zu bemerken bleibt, daß der Winkel bei c immer ein rechter, und a c = b c ist.

§. 13.

Die Verzapfungen. Diese Verbindungen kommen mit wenigen, seltenen Ausnahmen nur in den Fällen vor, in welchen nur eins, oder gar keins der zu verbindenden Hölzer über den Kreuzungspunkt hinausreicht. Dahingegen ist es nicht nöthig, daß die Hölzer in einer Ebene liegen, wenn auch gewöhnlich; wenigstens auf einer ihrer Seiten, so daß auf dieser die Oberflächen der verbundenen Hölzer in eine Ebene zusammenfallen. Diese Seite nennt der Holzarbeiter die Bundseite, und sagt die Hölzer sind bündig, wenn ihre Oberflächen in eine Ebene fallen.

Die Verzapfungen kommen in der Praxis am häufigsten von allen Verbindungen vor, obgleich sie sehr oft zweckmäßiger durch Ueberblattungen ersetzt werden können. Gegen die Verzapfungen ist einzuwenden, daß sie schwer zu kontroliren sind; denn ist einmal die Verbindung bewirkt, so ist sie auch versteckt, und man kann es nicht sehen, ob der Zapfen nicht viel zu klein und das Zapfenloch viel zu groß ist, was allerdings die Arbeit (besonders das Aufschlagen) erleichtert *), für die Solidität derselben aber nichts weniger als vortheilhaft ist. Stehen ferner die eingezapften Hölzer geneigt, oder vertikal, und liegen diejenigen in welche sie eingezapft sind horizontal unter den ersteren, so wird sich die an den geneigten Hölzern hinabziehende Feuchtigkeit in den Zapfenlöchern sammeln, und hier, von Luft und Licht abgeschlossen, zum Verfaulen der Hölzer Veranlassung geben. In solchen Fällen sollten daher, nach „Mollers“ Vorschlag, die Zapfenlöcher an ihren bezüglich tiefsten Stellen durchbohrt werden, damit das etwa eingedrungene Wasser ablaufen, oder doch wenigstens die Luft besser in die Zapfenlöcher treten kann.

Die Verbindung selbst ist sehr einfach; so zeigt Fig. 15 **Taf. 4** den einfachen, geraden Zapfen, seine Länge a b ist gleich dem 4ten bis 3ten Theile der Stärke des mit dem Zapfenloche versehenen Holzes, seine Stärke a c gleich 1/3, und seine Breite b e gleich der Stärke des eingezapften Holzes. Die Verbindung wird meistens verbohrt, und dann ist darauf zu sehen, daß das Loch f so eingebohrt wird, daß es den Zapfen nahe an seiner Wurzel durchbricht, damit das davor stehen bleibende Holz, was allein durch seine Parallelcohäsion dem Ausreißen des Nagels widersteht, eine möglichst große Fläche des Zusammenhangs bekommt.

Fig. 16 **Taf. 4** zeigt den sogenannten geächselten oder zurückgesetzten Zapfen, eine Verbindung die dann angewendet wird, wenn keines der beiden Hölzer über den Kreuzungspunkt hinausreicht; der fehlende Theil des Zapfens bildet in seiner Grundfläche gewöhnlich ein Quadrat.

Fig. 17 **Taf. 4** ist der Scherzapfen, ebenfalls eine Eckverbindung, hauptsächlich an den oberen Verbindungspunkten der Dachsparren gebräuchlich. Die Stärke des Zapfens ist gleich 1/3 der des Holzes.

Fig. 18 und 19 **Taf. 4** zeigen zwei verschiedene Arten Brustzapfen, die nur in horizontaler Lage und da Anwendung finden, wo das eingezapfte Holz eine große Last zu tragen hat (besonders bei Balkenlagen), weil es, vermöge der Brüstung a, mit seiner halben Stärke aufliegt. Fig. 19 ist nur durch den oberen schrägen Schnitt von Fig. 18 verschieden, und zeigt daher, wenn beide Hölzer zusammengesteckt sind, die gewöhnliche Verzapfung.

Der schwalbenschwanzförmige Zapfen, Fig. 20 **Taf. 4**, soll das Herausziehen des eingezapften Holzes

*) In dieser Beziehung haben die Zimmerleute eine zwar triviale, aber sehr bezeichnende Redensart; sie heißt: „recht große Löcher und kleine Zapfen, das thut gut in einander schnapfen.“

verhindern, indem der Keil **a** in die für ihn ausgespaarte Oeffnung **a'** getrieben wird. Die Verbindung ist gut und sehr wirksam.

Fig. 21 **Taf. 4** zeigt den Kreuzzapfen welcher, bei Wandpfosten und Schwellen angewendet, den Uebelstand beseitigt, daß sich Feuchtigkeit in dem Zapfenloche sammeln kann; welche in diesem Falle durch ein gewöhnliches Zapfenloch in die Mitte des Holzes geleitet, ein baldiges Verfaulen des letzteren herbei führen würde.

Der schräge Zapfen, Fig. 22 **Taf. 4**, kommt sehr vielfach zur Anwendung, und ist einer von denen, bei welchen das Zapfenloch, etwa bei a, durchbohrt sein sollte, damit das an dem eingezapften Holze **B** herablaufende Wasser, entweder wieder ablaufen, oder doch schnell auftrocknen kann. Eine nachtheilige Schwächung des Holzes **A** durch das, nur 4—5 Linien im Durchmesser große, Bohrloch ist nicht zu befürchten.

Bei sehr starken Bauhölzern, wie sie namentlich bei Wasserbauten häufig zur Anwendung kommen, wendet man zuweilen den Doppelzapfen Fig. 24 **Taf. 4** an, der indessen vor dem einfachen (nur verhältnißmäßig stärkeren) Zapfen kaum Vortheile haben dürfte.

Sehr gut ist indessen der Blattzapfen, Fig. 23 **Taf. 4**, bei starken Hölzern anzuwenden, weil das Blatt Gelegenheit gibt, eine sehr kräftige Verbohrung, oder eine Verbolzung anzubringen. Man theilt die Stärke des Holzes in 4 gleiche Theile, und gibt je einen dieser Theile dem Blatte und dem Zapfen zur Stärke, so daß die beiden andern für die Backen des Zapfenloches übrig bleiben.

Der doppelte Blattzapfen, Fig. 25 **Taf. 4**, kann da Anwendung finden, wo zwei sich rechtwinklig kreuzende, horizontalliegende Hölzer, beide durch ein vertikal stehendes Holz unterstützt werden sollen. Die Verbindung kommt selten vor.

Der Seitenzapfen, Fig. 26 **Taf. 4**, kommt da vor, wo beide zu verbindenden Hölzer auf keiner Seite bündig sind. Den Zapfen macht man so stark als den Zwischenraum zwischen ihm und dem Blatte, dessen Stärke sich durch die Lage der Hölzer gegen einander von selbst ergibt.

Fig. 27 **Taf. 4** zeigt den sogenannten Grundzapfen. Das durch das aufzuzapfende Holz ganz hindurchreichende Zapfenloch ist nach oben zu etwas erweitert, und in den ebenfalls ganz durchreichenden Zapfen, werden ein Paar schlanke Holzkeile getrieben, so daß das Zapfenloch durch den, nun nach oben hin breiter gewordenen, Zapfen ganz gefüllt wird. Der Zweck dieser Verbindung, welche nur bei Grundbauten Anwendung finden dürfte, liegt klar vor Augen.

Soll mit zwei, bereits fest mit einander verbundenen, Hölzern **A** und **B** Fig. 1 **Taf. 5**, noch ein drittes **C**, mittelst Zapfen verbunden werden, so erhält das letztere an einem Ende, hier bei **b c**, einen sogenannten Jagdzapfen, der in sein Zapfenloch mit Gewalt eingetrieben („eingejagt"), und dann verbohrt wird. Der Theil **b c** der Stirn des Jagdzapfens, muß, nach einem aus dem Punkte **a** beschriebenen Kreisbogen, abgerundet werden, wovon der Grund einleuchtend sein wird. Die Verbindung kann keine gute genannt werden, und steht der in Fig. 14 **Taf. 4** gezeichneten, durch Blattung bewirkten, gewiß weit nach.

§. 14.

Die Versatzungen (das Anstirnen). Bei zwei, durch den schrägen Zapfen, wie in Fig. 2 **Taf. 5**, verbundenen Hölzern, zerlegt sich eine in der Längenachse des eingezapften Holzes wirkende Pressung, im Verbindungspunkte in eine vertikal abwärts-, und in eine horizontal seitwärts wirkende Kraft. Der ersten wird meistens hinreichender Widerstand entgegentreten, nicht aber der zweiten. Diese nimmt die Parallelcohäsion des Holzes in Anspruch. Denn wird das vor der Stirn des Zapfens befindliche, in Fig. 2 **Taf. 5**, punktirt gezeichnete Stück Holz, parallel mit den Holzfasern zwischen diesen herausgedrängt, so findet die, den Zapfen horizontal herausdrängende, Kraft keinen Widerstand mehr, d. h. die Parallelcohäsion ist überwunden. Ueber die Größe dieser Letzteren sind wenige Versuche angestellt; diese zeigen aber, daß sie mit der Größe der Fläche des Zusammenhanges, in welchem das herauszudrängende Holzstück steht, im geraden Verhältniß wächst, und es also darauf ankommt, diese Fläche zu vergrößern. Gestaltet man daher den Zapfen nach Fig. 3 **Taf. 5**, d. h. gibt man ihm eine einfache Versatzung, so ist die Fläche des Zusammenhanges (in Fig. 3 ebenfalls durch punktirte Linien angedeutet), jeden Falls größer als vorher; weßhalb diese Verbindung dort angewendet zu werden pflegt, wo eine große horizontale Pressung vorausgesetzt werden muß. Damit nun aber der Zusammenhang in der Trennungsfläche, nicht etwa durch ein Aufspalten längs der Linie **a b** Fig. 3 geschmälert wird, was stattfinden könnte, sobald eine Drehung des Holzstücks **A** um den Punkt **c** eintritt, so sollte streng genommen, die Linie **b d** ein aus **c** beschriebener Kreisbogen sein. Da die Bearbeitung desselben indessen etwas schwierig ist, so begnügt man sich damit, die Linie **b d** geradlinig und so zu bearbeiten, daß sie ihrer Richtung nach den Winkel welchen die Holzstücke **A** und **B** mit einander bilden halbirt, wodurch ein Aufspalten ebenfalls verhütet wird. Die Tiefe der Versatzung, d. h. die Tiefe um welche der Punkt **b** unter der Kante **d c** liegt, beträgt 1—2 Zoll, oder etwa 1/6 der Stärke des Holzes **B**.

Wenn das einzuzapfende Holz stark ist, und zugleich der Neigunswinkel α desselben ein kleiner, so wendet man

wohl, nach Fig. 4 Taf. 5, die sogenannte doppelte Versatzung an, bei welcher aber, wenn sie recht wirksam sein soll, der Punkt a' tiefer als a liegen muß, wofür der Grund einleuchtend sein wird.

Zuweilen läßt man auch wohl die Zapfen bei den Versatzungen ganz fort, und gestaltet sie einfach nach Fig. 5 Taf. 4, oder auch doppelt nach Fig. 4. In diesem Falle muß aber, wenn die Verbindung sicher sein soll, der Neigungswinkel α (Fig. 5) nicht zu klein (nicht unter 30° etwa), und die Länge des vor der Versatzung befindlichen Holzstückes so bedeutend sein, daß ein Ueberwinden der Parallelcohäsion nicht zu fürchten ist, oder es muß der Zusammenhang dieses abzusprengenden Stücks mit dem Ganzen dadurch vergrößert werden, daß man das zu versatzende Holz schwächer nimmt, als das in welches die Versatzung stattfinden soll, wie dies Fig. 5 auch zeigt. Finden die eben gemachten Voraussetzungen statt, so sind die Versatzungen ohne Zapfen besser, weil sie den allen Verzapfungen eigenen Nachtheil nicht haben.

Sollen Hölzer in oder gegen Mauern versatzt werden, so müssen erstere nach dem Fugenschnitt der Mauer gestaltet sein, wie dies in den Fig. 6 und 7 Taf. 4, beispielsweise gezeichnet ist.

b) **Die Hölzer liegen in verschiedenen Ebenen.**

§. 15.

Zunächst gehören hierher in einigen Fällen die Verzapfungen, z. B. der Seitenzapfen, Fig. 26 Taf. 4, doch kommt die Verzapfung zweier, in verschiedenen Ebenen liegender, Hölzer ziemlich selten vor.

Unter den hier zu besprechenden Verbindungen nennen wir zuerst die Verkämmungen. Die Verbindung bezweckt, das Verschieben der Hölzer auf einander zu verhüten, was durch ein gegenseitiges Ineinandergreifen erlangt wird; ohne daß dabei die Oberflächen der Hölzer in eine Ebene gebracht werden, weil sonst Ueberblattungen entstehen würden. Bei den Ver- oder Ueberkämmungen kommen die erwähnten drei Fälle, daß beide Hölzer über den Kreuzungspunkt hinausreichen, eins, oder gar keins, alle drei vor. Das Wesentliche der Verbindung besteht darin, daß da wo die Hölzer mit ihrer Oberfläche sich berühren, aus dem einen nach irgend einer Form eine Vertiefung ausgearbeitet wird, in welche eine am andern ausgesparte Erhabenheit, der Kamm, genau passend eingreift, während für den Kamm des ersten Holzes, im zweiten eine passende Vertiefung sich findet. Die Form dieser Kämme ist, besonders in dem Falle, wenn beide Hölzer über den Kreuzungspunkt hinausreichen, ziemlich gleichgültig, und Fig. 8 Taf. 5 zeigt einige derselben, von denen die mit A und B bezeichneten, die am häufigsten vorkommenden sind.

Endverkämmungen, d. h. solche, bei welchen nur eins der Hölzer über den Kreuzungspunkt hinausreicht, sind in Fig. 9 Taf. 5 bei A, B und C dargestellt. Die mit B und C bezeichneten sind zwar gebräuchlicher, stehen aber der schwalbenschwanzförmigen Verkämmung bei A nach, weil bei dieser der Kamm im Zusammenhange mit dem übrigen Holze bleibt, wodurch er einem Zuge bei weitem wirksamer widerstehen kann, als die hakenförmigen Kämme B und C, die leicht abspringen. Die Tiefe der Kämme beträgt im Allgemeinen etwa 8 Linien. Fig. 9 zeigt bei E und D Eckverkämmungen, oder solche, bei denen keines der Hölzer über den Kreuzungspunkt hinausreicht, von welchen die mit E bezeichnete, der mit D bezeichneten nachsteht, weil der kleine isolirte Kamm e leicht abspringt.

§. 16.

Das Verbollen (Aufdollen). An manchen Orten*) ist statt des Verkämmens eine andere Verbindung gebräuchlich, die man das Auf- oder Verdollen nennt. Von den zu verbindenden Hölzern wird eins, in der ganzen Breite des andern, um die Kammtiefe (0,8") ausgeschnitten, so daß es nach der Richtung seiner eigenen Längenachse unverschieblich ist. Um nun die Unverschieblichkeit auch nach der Richtung des andern Holzstückes zu sichern, bekommt dieses nach Fig. 10 Taf. 5 einen starken (0,8"—1"), hölzernen Nagel, gewöhnlich von Eichenholz, den eigentlichen Dollen, welcher in ein in das ausgeschnittene Holz gebohrtes Loch eingreift. Die Verbindung ist, wenn sie einmal bewerkstelligt ist, gut und dem Zweck entsprechend, und kann noch auf den Vortheil Anspruch machen, daß ein geringes Heben oder Werfen der Hölzer dieselbe nicht so leicht gefährdet, wie bei den Verkämmungen, da diese, um die Hölzer nicht zu schwächen, nur wenig Tiefe haben. Einer größeren Gewalt kann der Dollen aber nicht widerstehen, weil er an seiner schwächsten Seite, der relativen Festigkeit, angegriffen wird. Dieser Uebelstand ist indessen nicht von Wichtigkeit, weil große Kräfte selten auf eine solche Verschiebung wirken. Die Verbindung hat aber noch einen anderen Nachtheil. Die Dollen werden nämlich schon auf dem Zimmerplatze eingeschlagen, uud wenn nun das mit denselben versehene Holz aufgeladen, auf eine entfernte Baustelle transportirt, dort abgeladen, und endlich an Ort und Stelle gebracht („aufgefahren") ist, so wird man finden, daß ein großer Theil der Dollen abgebrochen ist, so daß dann die Verdollung gar nicht stattfindet; was unglücklicher Weise aber, sobald die Hölzer über einander liegen, nicht mehr wahrgenommen werden

*) Auch hier in Stuttgart.

kann. Dieses letztgedachten Umstandes wegen, möchten wir das Verkämmen dem Aufdollen vorziehen, besonders bei End- und Eckverbindungen.

§. 17.

Das Aufklauen ist eine Verbindung, die dann vorkommt, wenn ein Holz das andere in der Richtung der Diagonale des Querschnitts schneidet und mit seiner Breite oder Stärke also auf eine Ecke trifft, wie in Fig. 11 **Taf. 5**. Den gabelförmigen Ausschnitt abc nennt man eine Klaue (Gaisfuß). Um das Aufspalten bei a, b und c zu verhüten, werden an diesen Punkten, wie die Figur es zeigt, die Ecken gebrochen, und wenn die Gefahr des Aufspaltens groß ist, so werden beide Theile der Klaue wohl noch durch einen dazwischen stehen gelassenen Steg mit einander verbunden, wie dies Fig. 11ᵃ in isometrischer Projection zeigt.

§. 18.

Das Verzinken. Diese Verbindung, in Fig. 12 **Taf. 5** in isometrischer Projection dargestellt, findet nur bei Brettern und Dielen Anwendung, und wird daher meistens nur von den Schreinern gebraucht. Unter den Zimmerarbeiten dürfte sie, außer bei Treppenwangen, kaum vorkommen. Die Verbindung ist in den Fig. 12 und 12ᵃ so deutlich dargestellt, daß nur noch zu bemerken bleibt, daß die keilförmigen Zähne (Zinken) immer an das Holzstück gearbeitet werden müssen, welches keinem Seitendrucke ausgesetzt ist; denn aus Fig. 12 geht hervor, daß das Holz A, nach der Richtung des Pfeils a, nicht aus der Verzinkung gerissen werden kann, weil die Zähne des Holzes A an der Wurzel schmäler sind als am Kopfe, während ein Ausweichen des Holzes A nach der Richtung des Pfeiles b nicht verhindert wird. Bei den Schreinern wird die Verbindung gewöhnlich noch geleimt. Fig. 13 **Taf. 5** zeigt die sogenannte versatzte Verzinkung, welche übrigens vor der gewöhnlichen keinen besonderen Vorzug hat.

§. 19.

Das Schiften. In manchen Fällen kommt es vor, daß sich in dem Kreuzungspunkte zweier Hölzer eins nur gegen das andere anlehnt („anschmiegt"), ohne über den Kreuzungspunkt hinauszureichen, und ohne anders als etwa mit einem Nagel in diesem befestigt zu sein. Die Ausmittelung der Länge des sich anlehnenden Holzes und die Auffindung der Gestalt der Fläche, mit welcher dasselbe das zweite Holzstück berühren muß, um überall anzuliegen, nennt man das Schiften. Man sieht schon aus dieser Definition, daß die Aufgabe in das Gebiet der beschreibenden Geometrie gehört und daß das für jeden Fall einzuschlagende Verfahren sich nach den gegebenen Umständen richten muß. Wir wollen daher hier auch nur ein Beispiel graphisch lösen, und später, wo wir der Verbindung bei einer größeren Construction (den Walmdächern) wieder begegnen, das praktische Verfahren, was die Zimmerleute anzuwenden pflegen, näher beschreiben.

Zuchnächst muß man die Projectionen der beiden Hölzer in der Vertikal- und Horizontalebene kennen. Die des einen Holzes werden gewöhnlich gegeben sein, doch nicht die des andern. Sind nun aber die Projectionen einer Kante des Holzes N, Fig. 1 **Taf. 6**, die Spur in der eine von dieser Kante begrenzte Seitenfläche desselben, die Horizontalebene schneidet, und außerdem die Figur des Querschnitts des Holzes N senkrecht auf seine Kanten gegeben, so lassen sich die Projectionen dieses Holzes zeichnen. Hierbei ist es am bequemsten, den Grundschnitt, d. h. die Linie, in welcher sich die horizontale und vertikale Projectionsebene schneiden, parallel zu den Kanten des Holzes N anzunehmen.

Es sei nun, Fig. 1. **Taf. 6**, AB der Grundschnitt, parallel der Horizontalprojection der Kanten des Holzes N; das Holz M stehe vertikal und sei durch seine beiden Projectionen bestimmt. Von dem Holze N seien durch $g''a''$ und $g'a'$ die Projectionen einer Kante ga, durch $g'v$ die Horizontalspur der einen Seitenfläche ghab und der normale Querschnitt pqmn gegeben. Zuerst kommt es darauf an, die wahre Größe des Winkels α, der durch seine beiden Projectionen α' und α'' gegeben ist, zu bestimmen. Man nehme einen beliebigen Punkt x in der Kante ga (der also zugleich in der Seitenfläche ghab liegt) an und zeichne dessen Projectionen x' und x''. Klappt man nun diesen Punkt x (um $g'v$) in die horizontale Projectionsebene nieder und verbindet denselben mit g' durch eine Gerade, so werden die Linien $g'x$ und $g'v$ den Winkel α einschließen. Um aber den Punkt x niederzuklappen, denke man sich durch denselben eine zur horizontalen Projectionsebene senkrechte Ebene gelegt, die zugleich senkrecht auf der Spur $g'v$ steht; diese Ebene wird die Seitenfläche ghab in einer Linie $x'y$ schneiden, welche der Entfernung des Punktes x von der Horizontalspur $g'v$ gleich und zugleich die Hypotenuse eines rechtwinklichen Dreiecks ist, dessen beide Catheten $x'y'$ und $x^{\circ}x''$ sind. Trägt man daher $x'y'$ von x° nach z und zieht $x''z$, so gibt diese Linie die Entfernung des Punktes x von der Horizontalspur $g'v$, oder die wahre Länge der Linie xy'. Da nun die Ebene, deren Spur xy' ist, auf $g'v$ senkrecht steht, so bleibt auch bei der Umklappung um $g'v$, xy' senkrecht auf dieser Linie, und man hat daher nur $y'x$ senkrecht zu $g'v$ zu ziehen und gleich $x''z$ zu machen, um den Punkt x in die Horizontalebene niederzuklappen. Zieht man nun noch $g'x$, so ist der $\angle\alpha$ gefunden. Um ferner die Projectionen h' und h'' des Punk-

tes h, in welchem die Kante hb der Seitenfläche ghab die Horizontalebene trifft, zu bestimmen, trage man aus dem gegebenen normalen Querschnitte die Entfernung pq der beiden Kanten ga und hb von einander, senkrecht auf g'x ab, und ziehe die qh' parallel g'x, so wird hierdurch h' und dann auch h'' bestimmt. Es kommt nun darauf an die Horizontalprojection des Holzes N, von welcher bis jetzt nur die beiden Kanten ga und hb durch g'a' und h'b' gegeben sind, zu finden. Zu diesem Zwecke zeichne man die Spuren P'OP'' einer Ebene, welche normal auf den Kanten des Holzes N steht, mit Hülfe dieser den Schnitt der Ebene mit der Seitenfläche ghab in vertikaler Projection in l''o'', und klappe denselben (nach bekannten Regeln) in die Horizontalebene nach lo nieder. Hat man bisher richtig operirt, so muß lo = pq sein. Mit Hülfe des bekannten Querschnitts pqmn trage man an lo den normalen Querschnitt des Holzes N nach lomn, richte diesen in die Vertikalprojection nach l''o''m''n'' auf, ziehe durch letztere Punkte die mit g''a'' parallelen Kantenprojectionen und vollende auf bekannte Weise die Horizontalprojection der Grundfläche des Holzes N in g'k'i'h'; mit deren Hülfe die noch fehlenden Theile der Projectionen dieses Holzes gefunden werden können, wie solches die Figur deutlich zeigt.

Um nun die Schmiegflächen (Schmiegen) ghik und abcdfe, deren Projectionen zu finden eben gezeigt wurde, an das Holz N anschneiden zu können, muß man das Netz des Holzes N zeichnen. Dieses geschieht aber sehr leicht mit Hülfe des bekannten Querschnitts und der Vertikalprojection; denn breitet man die vier Seiten des Querschnitts in Fig. 2 Taf. 6 in eine gerade Linie aus, zieht senkrecht darauf die Kantenlinien la, ob, nc ꝛc. und macht diese mit ihren Vertikalprojectionen in Fig. 1 gleich lang, so ist, wenn die Endpunkte durch gerade Linien verbunden werden, das Netz gefunden. Dasselbe gilt von dem Netz Fig. 3 Taf. 6, für die untere Schmiege. In Fig. 4 Taf. 6 sind beide Schmiegen in isometrischer Projection gezeichnet.

Wären in einem andern (aber wohl selten vorkommenden) Falle die Projectionen beider Hölzer, nicht aber der normale Querschnitt des Holzes N gegeben, so läßt sich dieser, der zur Zeichnung des Netzes immer erforderlich ist, leicht finden. Man zeichne nämlich wieder die Spuren P'OP'' einer auf den Kanten von N, Fig. 1, normalen Ebene, mit Hülfe dieser die Horizontalprojection des normalen Querschnitts in l'm'n'o', Fig. 1. Taf. 6, und klappe, mit Hülfe dieser und der Vertikalprojection l''m''n''o'', denselben in die Horizontalebene nach lmno nieder, wodurch der Querschnitt selbst gefunden ist. Das weitere Verfahren ist nun ganz so, wie vorhin gezeigt.

Die eben beschriebenen Zeichnungsoperationen lassen sich nun nicht wohl anders als auf dem Papier ausführen, und in ähnlichen Fällen bleibt dem Holzarbeiter auch kein anderes Verfahren übrig, als solche Zeichnungen nach einem nicht zu kleinen verjüngten Maßstabe zu entwerfen, und dann in das wirkliche Maß zu übertragen. Unter einfacheren Bedingungen wird indessen auch das ganze Verfahren einfacher, und wie das gewöhnliche „Schiften" der Zimmerleute, nur mit Hülfe des Winkeleisens und ohne alle Zeichnungen auf dem Papier auszuführen ist, werden wir später, wenn von den Walmdächern die Rede ist, kennen lernen. Hier sollte nur an einem Beispiele (wie es bei sogenannten Winkelrammen in ähnlicher Weise vorkommt) gezeigt werden, wie nothwendig jedem Techniker die Grundbegriffe der beschreibenden Geometrie sind, denn ohne eine Anwendung solcher ist die oben behandelte Aufgabe nicht zu lösen.

Drittes Kapitel.

Die Häng- und Sprengwerke.

§. 1.

Hängt man einen nur an seinen beiden Endpunkten unterstützten Balken, ein oder mehrere Male an gewissen Punkten, eines über dem Balken und mit ihm in einerlei Vertikalebene errichteten Zimmerwerks so auf, daß durch letzteres die aus dem Eigengewichte des Balkens und seiner Belastung entstehenden Kräfte auf die Enden des Balkens übertragen werden, und hier nur lothrecht auf die Stützpunkte und wagerecht auf Verlängerung des Balkens wirken können, so heißt die ganze Zusammenstellung ein Hängwerk. Hiernach würde Fig. 5 Taf. 6 ein solches Hängwerk in seiner einfachsten Gestalt darstellen. Denkt man sich nämlich das Gewicht und eine auf dem Balken AB liegende Last, zusammen = Q, gleichförmig auf die Länge desselben vertheilt, und ist D die Mitte von AB, so kann man annehmen, daß in D $\frac{1}{2}$Q und in N und N' je $\frac{1}{4}$Q nach vertikaler Richtung wirkt. Sind nun vorläufig AC, CB und CD gewichtslose, unbiegsame und unzerreißbare Linien, so wird sich die Kraft $\frac{1}{2}$Q in zwei gleiche Seitenkräfte V und V' zerlegen lassen, und jede dieser wieder in eine vertikal abwärtswirkende N und in eine horizontal seitwärtswirkende S, so daß das ganze Q auf die Endpunkte A und B übertragen wird.

Bei einem solchen Hängwerke heißt AB der Hauptbalken oder Haupttramen, AC und BC sind die Streben oder Hängstreben, und CD ist die Hängsäule, die mit dem Tramen durch ein Hängeisen fest verbunden ist. Das Ganze nennt man einen einfachen Hängbock.

Reicht eine einmalige Unterstützung des Balkens zwi-

schen seinen Endpunkten nicht aus, so können deren zwei nach Fig. 6 **Taf. 6** angeordnet werden, wodurch der doppelte Hängbock entsteht. Ein solcher hat wieder einen Hauptramen AB und zwei Hängstreben AC und BC', nun aber auch zwei Hängsäulen CD und C'D', und einen Spann- oder Brustriegel CC'. Nimmt man vorläufig in D und D' zwei gleiche, ihrer Größe nachgegebene, Kräfte P lothrecht wirkend an, so wird sich jede derselben in zwei Seitenkräfte V, W und V', W' zerlegen lassen. V und V' wirken in der Richtung der Streben, W und W' in der des Spannriegels. Erstere zerlegen sich wieder nach horizontaler Richtung in die Kräfte S und S' und nach vertikaler in die mit N und N' bezeichneten. Es ist also auch hier, wie bei dem einfachen Hängbocke, alle Last auf die Enden des Balkens übertragen, nur mit dem Unterschiede, daß der Spannriegel noch einer Pressung seiner Länge nach ausgesetzt wird.

§. 2.

Durch Verbindung des einfachen und doppelten Hängbocks lassen sich nun die größeren, mit mehr als zwei Hängsäulen versehenen, Hängwerke zusammensetzen, und umgekehrt werden sich die größesten wieder in diese beiden zerlegen lassen. Fig. 7 **Taf. 6** zeigt ein Hängwerk mit drei Hängsäulen, welches aus einem einfachen Hängbock ABC, der den doppelten ADEB umschließt, besteht. Der Spannriegel DE läßt sich indessen, nach Fig. 8 derselben Tafel, auch in zwei Streben verwandeln, wodurch in der Hauptsache keine Veränderung eintritt, denn daß hier ebenso wie in Fig. 7 die ganze Last auf die Enden A und B des Tramens übertragen wird, zeigt eine aufmerksame Betrachtung der Figur ohne weitere Worte. Fig. 9 **Taf. 6** zeigt ein Hängwerk mit vier Hängsäulen, aus zwei übereinander gestellten doppelten Hängböcken bestehend; und Fig. 10 eine Abänderung, welche die beiden längeren Hängsäulen auf das Maaß der übrigen zurückführt, dafür aber auch die äußeren Hängsäulen doppelt verlangt. Fig. 11 und 12 zeigen fünf Hängsäulen, und zwar ist in Fig. 12 der lange Spannriegel vermieden; eine Abänderung, die sich auch bei Fig. 9 anbringen läßt. Letztere Anordnung gewährt den oft sehr wesentlichen Vortheil, den Haupttramen, mit Hülfe des auf ihn hinabgelegten Spannriegels, bequemer und sicherer stoßen zu können.

Auf dieselbe Weise läßt sich die Anzahl der Hängsäulen noch weiter vermehren, indem das System immer aus den, als Elemente geltenden, einfachen und doppelten Hängbock zusammengesetzt erscheint. Daß übrigens die Anzahl der Hängsäulen in der Anwendung sehr bald eine Grenze erhält, und bei Hochbauten selten über drei, höchstens vier steigen wird, bemerken wir hier nur beiläufig, da es uns vor der Hand nur auf das Prinzip der Construction ankommt, und wir die Anwendung derselben auf Dachconstructionen rc. später besprechen. Was das Allgemeine anbetrifft, so ergibt sich schon aus den Fig. 5—12 **Taf. 6**, daß die Hängwerke mit einer ungeraden Anzahl Hängsäulen, weil sie in ihrer Hauptform ein Dreieck bilden, den Vorzug vor denen mit einer geraden Anzahl verdienen, weil sie an und für sich unverschieblicher sind.

§. 3.

Betrachten wir den einfachen Hängbock, Fig. 1 **Taf. 7**, nun etwas näher, und untersuchen, auf welche Weise die in dem System erwachenden Kräfte die Bestandtheile der Construction angreifen, so finden wir, daß der Haupttramen zunächst seiner eigenen und der ihm aufgebürdeten Last, mit relativer Festigkeit zu widerstehen hat, wobei indessen nur die Hälfte seiner ursprünglichen Länge AB in Rechnung kommt; und da sich bekanntlich die Tragkräfte zweier ungleich langer Balken, von demselben Querschnitte, umgekehrt wie die Längen verhalten, so wird nun jede Hälfte, wie AD und DB, doppelt so viel tragen können, als früher der ganze Balken; und da, wenn wir die Last gleichförmig vertheilt annehmen, jedes Balkenstück als an einem Ende fest eingespannt und am andern frei aufliegend angesehen werden muß, die Tragkraft eines solchen Balkens aber zu der eines an beiden Enden freiaufliegenden wie 3 : 2 sich verhält, so wird auch jede Hälfte in diesem Verhältniß mehr tragen können. D. h., nennen wir die Last, welche der Haupttramen in seiner ganzen Länge 2l, ohne die Unterstützung in D, tragen kann P, die welche eine Hälfte AD oder DB von der Länge l zu tragen vermag P', die Querschnittsabmessungen aber b und h, so haben wir nach bekannten Sätzen:

$$P : P' = 8n\,\frac{b\,h^2}{2l} : 12n\,\frac{b\,h^2}{l} \text{ und daraus}$$

$$P : P' = 1 : 3 \text{ oder}$$

$$P' = 3P$$

so daß jetzt jeder Hälfte das dreifache, mithin dem ganzen Hängwerk das Sechsfache, der Last aufgebürdet werden kann, welche der einfache Balken in seiner freien Länge AB = 2l zu tragen vermochte. Hierbei wird aber vorausgesetzt, daß der Haupttramen AB aus einem Stücke bestehe, oder, wenn gestoßen, dies doch so geschehen sei, daß er als aus einem Stücke bestehend angesehen werden darf, und daß die übrigen Hölzer des Hängwerks den auf sie wirkenden Kräften hinreichenden Widerstand leisten.

Ist die über AB gleichförmig vertheilte Last einschließlich des Eigengewichts des Balkens = Q, so kommt davon auf den Punkt D ½ Q und auf A und B je ¼ Q, während die übrigen Theile des Balkens als unbelastet angesehen werden, ferner kommt in D noch das Gewicht

der Hängsäule mit der ihr etwa aufgelegten Last, zusammen = Q', hinzu, so daß die im Punkte D lothrecht abwärtswirkende Kraft = $\frac{1}{2}$ Q + Q' = P gesetzt werden kann. Diese Kraft nach der Richtung der beiden Streben zerlegt, gibt, wenn der Winkel CAD = α gesetzt wird, die beiden gleichen Seitenkräfte $V = V' = \frac{P}{2} \operatorname{Cosec} \alpha$.

Wird ferner die im Schwerpunkte der Streben vereinigt gedachte Belastung, einschließlich des Eigengewichts derselben, mit Q'' bezeichnet, so haben wir nach der Richtung der Streben, mithin zu V zu addiren Q'' Cosec α, so daß der Gesammtdruck in dieser Richtung

$$Z = V + Q'' \operatorname{Cosec} \alpha = \left(Q'' + \frac{P}{2}\right) \operatorname{Cosec} \alpha \text{ wird.}$$

Dieser zerlegt sich im Punkte A nach horizontaler und vertikaler Richtung, und zwar haben wir nach horizontaler Richtung

$$S = Z . \operatorname{Cos} \alpha = \left(Q'' + \frac{P}{2}\right) \operatorname{Cosec} \alpha . \operatorname{Cos} \alpha$$

$$= \left(Q'' + \frac{P}{2}\right) \operatorname{Cotg} \alpha,$$

und nach vertikaler

$$Z . \sin \alpha = \left(Q'' + \frac{P}{2}\right) \operatorname{Cosec} \alpha . \sin \alpha = \left(Q'' + \frac{P}{2}\right)$$

In A wirkt aber auch noch ¼ Q von der Belastung des Haupttramens, daher ist die gesammte in A lothrecht abwärts wirkende Kraft

$$N = Q'' + \frac{P}{2} + \frac{1}{4} Q$$

oder da $P = \frac{Q}{2} + Q'$ war

$$N = \frac{1}{2} (2Q'' + Q' + Q)$$

woraus man sieht, daß in A die Hälfte der gesammten Belastung lothrecht abwärts drückt.

Suchen wir die Composante der beiden Kräfte S und N und nennen diese R, so ist $R = \sqrt{S^2 + N^2}$

$$= \frac{1}{2} \sqrt{(2Q'' + P)^2 \operatorname{Cotg}^2 \alpha + (2Q'' + Q' + Q)^2}$$

und der Winkel SAR = φ, den sie mit der Horizontalen bildet, wird gefunden aus

$$\operatorname{tag} \varphi = \frac{N}{S} = \frac{2Q'' + Q' + Q}{(2Q'' + P) \operatorname{Cotg} \alpha}$$

woraus Größe und Richtung der auf den Unterstützungspunkt wirkenden Kräfte gefunden werden können.

Die Strebe steht aber nicht unmittelbar auf der Mauer ꝛc. auf, sondern ist in den Balken versatzt, und die Composante der in der Strebe auf den Balkenkopf thätigen Kräfte ist daher gleich $R' = \sqrt{S^2 + N'^2}$ und $N' = N - \frac{1}{4} Q$; ebenso findet sich der Winkel φ', den diese Kraft mit der Horizontalen macht, aus $\operatorname{tg} \varphi' = \frac{N'}{S}$.

Am oberen Ende, am Kopf der Hängsäule bei C, sind außerdem noch zwei horizontale Kräfte H und H' = S wirksam, die auf ein Zusammenpressen der Hängsäule wirken.

Sehen wir nun, auf welche Weise die verschiedenen Hölzer den eben bestimmten Kräften zu widerstehen haben.

Der Haupttramen hat zunächst die gleichförmig über seine Länge vertheilte Last Q, vermöge seiner relativen Festigkeit, zu tragen, und bezeichnen wir die Länge AB mit 2l, die Breite mit b und die Höhe mit h, so haben wir

$$\frac{1}{2} Q = 12 n \frac{b h^2}{l} \text{ und daraus } b h^2 = \frac{Q l}{24 n}$$

wo n den Versuchscoeffizienten bezeichnet. Ferner hat derselbe einem Zuge = S mit absoluter Festigkeit Widerstand zu leisten, so daß, wenn K der Versuchscoeffizient für die Quadrateinheit des Querschnitts ist, die Abmessungen b und h so gewählt werden müssen, daß sie der Gleichung $b . h = \frac{S}{K}$ entsprechen.

Ferner nimmt die Kraft S auch noch die Parallelcohäsion des Balkens in Anspruch, indem sie das Bestreben äußert, das vor dem Zapfenloche der Strebe befindliche Holz, parallel zwischen den Fasern, herauszuschieben. Versuche haben gezeigt, daß die Parallelcohäsion dem Flächeninhalte des Zusammenhanges proportional ist, wie die absolute Festigkeit, und daß sie ziemlich genau (nach Barlow) dem 20sten Theile dieser gleich ist. Ist daher in Fig. 2 Taf. 7 die Breite des Zapfens = β, die Höhe desselben = α, und die Länge des Holzes vor dem Zapfen = λ, so ist die Fläche des Zusammenhanges = $(\beta + 2\alpha) \lambda$, und wenn K' das Maß der absoluten Festigkeit bezeichnet, die Größe der Parallelcohäsion für diese Fläche = $(\beta + 2\alpha) \lambda . \frac{K'}{20}$, und wir haben die Gleichung $S = (\beta + 2\alpha) \lambda \frac{K'}{20}$, woraus sich $\lambda = \frac{20 S}{(\beta + 2\alpha) K'}$ ergibt; mithin das Maaß, um welches das Zapfenloch von dem Ende des Haupttramens zurückgesetzt werden muß.

Die Streben werden zunächst durch die Kraft Z, ihrer Länge nach, zusammengedrückt, welcher sie mit ihrer rückwirkenden Festigkeit entgegenwirken. Die Länge der Streben ergibt sich = $l \sec \alpha$, und ihre Querschnittsabmessungen seien b und h, so daß h diejenige bezeichnet, nach welcher zunächst eine Biegung erfolgt, dann haben wir für das Gleichgewicht

$$Z = m \frac{b h^3}{(l \sec \alpha)^2}$$

in welcher Formel m den Versuchscoeffizienten für die rückwirkende Festigkeit bezeichnet, aus ihr ergibt sich

$$b h^3 = \frac{Z . (l . \sec \alpha)^2}{m}$$

Die Streben müssen aber auch dem Zerbrechen mit relativer Festigkeit widerstehen, und zwar wirkt in diesem Sinne, senkrecht auf ihre Länge, eine Kraft Q″ cos α, und da die Streben als an beiden Enden frei aufliegend angesehen werden müssen, so haben wir

$$Q'' \cos \alpha = 4n \frac{b h^2}{l \cdot \sec \alpha}$$

und daraus

$$b h^2 = \frac{l \cdot Q'' \cdot \sec \alpha \cdot \cos \alpha}{4n} = \frac{l Q''}{4n}.$$

Es darf wohl kaum bemerkt werden, daß b und h nach der Formel berechnet und angenommen werden müssen, welche die größten Werthe gibt.

Die Hängsäule hat mit absoluter Festigkeit dem Zuge der Kraft P zu widerstehen, und ihre Querschnittsabmessungen b und h (wobei es gleichgültig ist, nach welcher Richtung h genommen wird) ergeben sich aus der Formel

$$bh = \frac{P}{K}$$

In Bezug auf die Größe der Kraft P ist wohl zu beachten, auf welche Weise die von dem Hängwerk zu tragende Last vertheilt ist, denn nur wenn sie gleichmäßig über den Tramen AB vertheilt ist, gilt die obige Annahme, ist sie aber, etwa durch einen Unterzug oder Träger, auf die Mitte conzentrirt, so muß sie hier auch ganz in Rechnung gestellt werden.

Am Kopf der Hängsäule tritt derselbe Fall ein, wie am Fuß der Strebe; der obere Zapfen der Strebe hat nämlich auch hier das Bestreben das vor dem Zapfenloche in der Hängsäule befindliche Holz, parallel zu den Fasern, herauszuschieben. Die hierauf wirkende Kraft ist aber = P, und wir haben daher zur Bestimmung der Entfernung des Zapfenlochs von dem Ende der Hängsäule, oder für die Länge des Kopfs der Hängsäule die Gleichung

$$\lambda = \frac{20 P}{(2\alpha + \beta) K'}$$

wenn λ, α und β die frühere Bedeutung haben.

Am unteren Ende der Hängsäule endlich, ist der Tramen an dieselbe, gewöhnlich durch ein Hängeisen, befestigt, was einen Zug = P — Q′ auszuhalten hat, und hiernach in seinen Abmessungen bestimmt werden muß. Zugleich muß die Art der Befestigung des Hängeisens so gewählt werden, daß keine Trennung desselben von der Hängsäule eintreten kann, wovon wir indessen, so wie von den anderen Verbindungen, weiterhin noch besonders sprechen.

§. 4.

Betrachten wir nun auf ähnliche Weise den doppelten Hängbock, Fig. 3 **Taf. 7**, so finden wir ganz dieselben Beziehungen zwischen den erwachenden Kräften, wie bei dem einfachen. Sind die in den beiden Hängsäulen, CD und C′D′, wirkenden lothrecht gerichteten Kräfte P und P′, so wird V = P Cosec α, und bezeichnet Q das im Schwerpunkt der Strebe wirkende Gewicht, so wird

$$Z = V + Q \operatorname{Cosec} \alpha = (Q + P) \operatorname{Cosec} \alpha$$

und daraus

$$S = Z \operatorname{Cos} \alpha = (P + Q) \operatorname{cotg} \alpha$$

und ebenso groß ist die im Spannriegel D′D′ erwachende Kraft W.

Die aus Z entstehende, vertikal wirkende Kraft N, wird gleich

$$Z \sin \alpha = (P + Q) \operatorname{Cosec} \alpha \cdot \sin \alpha = (P + Q);$$

hierzu kommt dann noch ein Theil der Belastung und des Gewichts des Tramens AB.

Diesen, sowie die in C und C′ wirkenden Theile einer über AB gleichförmig vertheilten Last, zu bestimmen, ist mit großer Schärfe kaum möglich, und die dafür, z. B. von Eitelwein, aufgestellten Formeln sind schon vielfach angegriffen worden. Für unsern Zweck hinreichend, und jedenfalls sicher ist es, wenn wir uns für diese Vertheilung der gleichförmigen Belastung, den Tramen in C und C′ zerschnitten denken, dann wird, wenn die Länge AB durch die beiden Hängsäulen in drei gleiche Theile getheilt wird, in C und C′ je ein Drittheil, und in A und B je ein Sechstheil dieser Last anzunehmen sein.

Sollen aber die Punkte C und C′ so bestimmt werden, daß der Tramen überall gleiche Wahrscheinlichkeit des Zerbrechens zeigt, so finden wir dieselben durch folgende Betrachtung. Bezeichnen wir die ganze Länge AB mit l, und AC = BC′ mit x, so ist CC′ = l — 2x. Setzen wir nun den Balken als aus einem Stücke bestehend voraus, so ist die relative Festigkeit der Stücke AC und $BC' = 12 n \frac{b h^2}{x}$, und die des mittleren Stücks, weil es als an beiden Enden fest eingespannt angesehen werden kann, $= 16 n \frac{b h^2}{l - 2x}$; beide Ausdrücke, einander gleichgesetzt, gibt

$$12 n \frac{b h^2}{x} = 16 n \frac{b h^2}{l - 2x}$$

und hieraus folgt

$$x = \frac{3}{10} l \text{ mithin } CC' = \frac{4}{10} l$$

Jetzt würde die Belastung in den Punkten C und C′ je $\frac{7}{20}$ der gesammten gleichförmigen Last betragen, während in A und B je $\frac{3}{20}$ zu tragen wären.

Will man aber die Punkte C und C′ so bestimmen, daß die Streben und der Spannriegel in Beziehung auf

ihre rückwirkende Festigkeit gleich angegriffen werden, so mögen für die Längen AC = C'B und CC' wieder die Buchstaben x und l − 2x eingeführt werden. Dann ist, wenn wir die Querschnitte der in Rede stehenden Hölzer quadratisch, und die in den Hängsäulen lothrecht wirkenden Kräfte = P, die Belastung der Streben = Q setzen, die Formel für rückwirkende Festigkeit in Beziehung auf die Strebe

$$Z = (P + Q) \text{Cosec}\, \alpha = \frac{mb^4}{x^2 \sec^2 \alpha}$$

und in Beziehung auf den Spannriegel

$$W = (P + Q) \text{cotg}\, \alpha = \frac{mb^4}{(l - 2x)^2}$$

Beide sollen gleich sein, daher müssen wir setzen

$$(P + Q) \text{Cosec}\, \alpha . x^2 \sec^2 \alpha = (P + Q) \text{cotg}\, \alpha (l - 2x)^2$$

woraus sich

$$x = l \frac{\text{Cos}\, \alpha^{\frac{3}{2}}}{1 + 2\, \text{Cos}\, \alpha^{\frac{3}{2}}}$$

findet.

Hiernach müßte dann auch die Vertheilung der Last auf die Punkte C und C' angenommen werden; wobei überhaupt wieder an den Umstand erinnert werden muß, ob etwa Unterzüge oder Träger gewisse Lasten auf die Punkte C und C' übertragen.

Alle übrigen Dimensionen, auch die auf die Parallelcohäsion bezüglichen, werden sich auf die im vorigen Paragraph gezeigte Art finden lassen.

§. 5.

Um für die in den Formeln der beiden vorigen Paragraphen vorkommenden Erfahrungscoeffizienten Werthe zu bekommen, wollen wir, die von Eytelwein gemachten Versuche zu Grunde legend, die Coeffizienten für würtemberger Maaß, und mit Rücksicht auf längere Dauer, in runden Zahlen anführen.

Was zuerst den Coeffizienten n für die relative Festigkeit anbelangt, so ist derselbe, wenn b und h in Zollen, l aber in Fußen ausgedrückt werden,

für Eichenholz n = 24
» Tannenholz n = 21.

Der Coeffizient m für rückwirkende Festigkeit ist, wenn wieder b und h in Zollen, l in Fußen ausgedrückt werden,

für Eichenholz m = 1176
» Tannenholz m = 934.

Für K kann man in den Formeln für absolute Festigkeit annehmen, wenn b und h in Zollen verstanden werden,

für Eichenholz K = 6000
» Tannenholz K = 3000

Bei den Formeln für die Parallelcohäsion haben wir $K' = \frac{1}{20}$ der absoluten Festigkeit (mit Barlow) angenommen, was für momentanes Gleichgewicht gilt. Wo indessen längere Dauer erwartet wird, pflegt man in den Formeln für absolute Festigkeit $\frac{1}{4}$ der Belastung anzunehmen, welche ein Zerreißen bewirkt; und so sind obige Werthe für K berechnet. Bei der Parallelcohäsion erscheint dies aber, bei dem Mangel an Versuchen, zu gewagt, und man wird besser thun, nur $\frac{1}{10}$ der zum Zerreißen nothwendigen Kraft zu rechnen, und hiervon dann $\frac{1}{20}$ zu nehmen. Danach haben wir, wenn α, β und λ in Zollen verstanden werden,

für Eichenholz K' = 2400
» Tannenholz K' = 1200

Die Kräfte sind hierbei natürlich in würtemberger Pfunden auszudrücken.

Das Gewicht eines würtemberger Kubikfußes Eichenholz kann man im Durchschnitt zu 35, und das eines Kubikfußes Tannenholz zu 29 Pfund annehmen.

§. 6.

Wir haben hier keineswegs eine vollständige Theorie der Hängwerke geben, sondern nur zeigen wollen, auf welche Weise die verschiedenen Hölzer derselben von den erwachenden Kräften in Anspruch genommen werden, um hiernach die Construction selbst besser verstehen zu lernen. Wir wenden uns daher jetzt zu den einzelnen Verbindungen der Hölzer der Hängwerke, wobei wir die Abmessungen derselben als gegeben annehmen.

Verbindung der Streben mit dem Tramen. Die Verbindung wird durch den schrägen Zapfen, mit einfacher oder doppelter Versatzung bewirkt, wie dieselbe schon, in Fig. 3 **Taf. 5**, gezeichnet ist; dort wurde gesagt, daß die Richtung der Stirn der Versatzung den Winkel den beide Hölzer miteinander bilden halbiren solle, und gewöhnlich folgt man auch dieser Regel. Streng genommen, sollte die Stirn der Versatzung aber senkrecht zu der Richtung der Resultante gerichtet sein, die aus dem Horizontalschube S und dem lothrechten Drucke sich ergibt, und deren Tangente wir in §. 3 dieses Kapitels gefunden haben. In Fig. 4 **Taf. 7** ist eine Verbindung gezeichnet, wo die Stirnen cd und ab rechtwinklig zu ae stehen, und bei der man nur darauf zu sehen hat, daß der Punkt b zwar tiefer in das horizontalliegende Holz greift als d, aber doch nicht so tief, daß dadurch jenes zu sehr geschwächt würde. Ist die Strebe schwächer (schmaler) als der Tramen, so daß nach Fig. 4[a] zu beiden, oder wenigstens doch an einer

Seite der Versatzung, Holz stehen bleibt, so ist ein Zapfen an der Strebe nicht nöthig; sind aber die Hölzer auf beiden Seiten bündig, so darf ein Zapfen, wenn auch nur kurz, nicht fortbleiben.

In den meisten Fällen findet man durch Strebe und Tramen einen oder mehrere Bolzen gezogen, oder Bänder umgelegt, die eine recht innige Verbindung bewirken, und namentlich eine Drehung um den Punkt b Fig. 4, verhüten sollen. Eine solche dürfte indessen sehr selten eintreten, und noch seltener so bedeutend werden, daß ein Herausspringen aus der Versatzung zu befürchten wäre, besonders nicht bei der Anordnung, wie in Fig. 4. In diesem Falle daher, und bei einer Größe des Winkels α von und über 30 Grad, können die Bolzen fortbleiben. Sind indessen die Versatzungen, nach Fig. 5, nur wenig tief eingeschnitten, und ist der Winkel α sehr klein, so können, der Vorsicht wegen, ein oder zwei Bolzen angeordnet werden, die jedenfalls den Bändern vorzuziehen sind, weil man letztere nach dem Zusammentrocknen der Hölzer nicht wohl wieder fest anziehen kann. Die Bolzen können entweder senkrecht zur Strebe, oder senkrecht zum Tramen gerichtet sein; das erstere ist gebräuchlicher, und in beiden Fällen muß man entweder durch passende Einschnitte, wie bei a, oder durch untergelegte keilförmige Eisenstücke, wie bei b, dafür Sorge tragen, daß sowohl der Kopf des Bolzens als die Schraubenmutter, senkrecht auf die Achse desselben gerichtet werden können. Ob die Schraubenmutter oben oder unten angeordnet werden soll, richtet sich danach an welcher Stelle man künftig am leichtesten ankommen kann, um, wenn es nöthig geworden, ein Nachziehen der Schrauben vornehmen zu können.

Zuweilen, und besonders dann wenn mehrere Streben über einander liegen, fürchtet man, durch die großen Zapfenlöcher den Tramen zu sehr zu schwächen, und legt dann einen Schuh von hartem (eichenem) Holze auf den Tramen, der mit diesem verzahnt oder verdübelt wird und die Streben aufnimmt. Fig. 6 **Taf. 7** zeigt diese Anordnung. In diesem Falle in welchem man, wegen des aufgedübelten Schuhes, der Schraubenbolzen ohnehin bedarf, kann man dieselben dann auch durch die Streben reichen lassen und sie nun vertikal stellen. Diese große Vorsicht, an sich ganz vortrefflich, ist indessen bei Hochbauten in der Regel nur eine Verschwendung, weil es sich hier selten um so bedeutende Pressungen handelt, wie dies bei größeren Brückenconstructionen der Fall ist, wo daher dergleichen Schuhe sehr zu empfehlen sind, weil sie eine Erneuerung sehr leicht erlauben, wenn das an den Streben herablaufende Wasser ein Faulen in den Zapfenlöchern bewirkt hat, auch kann man unterhalb verfaulte Streben nachschneiden, wenn man zugleich einen neuen stärkeren (höheren) Schuh anbringt. Bei Dachconstructionen kommt es indessen wohl vor, daß man zur Anbringung eines weitausladenden hölzernen Gesimses sehr lange, und daher theurere Tramen verwenden müßte; dann kann man die, in Fig. 7 **Taf. 7**, gezeichnete Anordnung treffen, die zugleich den Vortheil gewährt, daß die Strebe mit ihrem Hirnende gegen Hirnholz strebt, und alle Zapfenlöcher entbehrlich werden; ein ganz kurzer Slitzzapfen verhütet ein Seitwärtsausweichen der Strebe.

Bei dieser Gelegenheit ist indessen darauf aufmerksam zu machen, daß die aus der Belastung der Strebe im Fußpunkte derselben erwachende vertikale Pressung, noch die Stütze des Tramens, d. h. gemeiniglich die Mauer, auf welcher er aufliegt, treffen muß, oder doch wenigstens nicht weit über die innere Kante hineinfallen darf, denn, da sich hier die ganze vertikale Pressung conzentrirt, so könnte leicht eine Biegung eintreten, die sehr nachtheilig auf die Unterstützung wirken würde (vergl. Fig. 9). Hierbei kann es nun leicht kommen, daß bei nicht sehr langen Tramen, oder bei einer schmalen Stützfläche, und weil man mit den Versatzungen dem Ende des Tramens nicht zu nahe kommen darf, diese nachtheilige Biegung zu befürchten ist; alsdann thut ein Schuh wieder gute Wirkung; oder man bolzt auch wohl unter den Tramen ein Holz nach Fig. 8. **Taf. 7.** Bei beiden Anordnungen ist der Zweck derselbe, nämlich durch Verstärkung des Tramens seine Biegsamkeit zu verringern, oder seine Steifigkeit zu vermehren. Ist die Höhenlage des Tramens gegeben, so ist die letztgenannte Anordnung dem Schuh vorzuziehen, weil die Streben nichts in Bezug auf den Winkel α verlieren, denn wenn das obere Ende der Streben fixirt ist, so wird der Strebewinkel α kleiner, wenn man den Fuß derselben erhöht, was bei der Anwendung eines oberen Schuhes geschieht.

§. 7.

Die Verbindung der Streben mit der Hängsäule. Die Verbindung beruht auf denselben Grundsätzen wie die vorige. Denken wir uns den Tramen in vertikaler Stellung, so ist der Fall durchaus derselbe, nur muß zur Bestimmung der Entfernung des Zapfenlochs von dem Ende der Hängsäule, nicht der Horizontalschub, sondern die in der Hängsäule vertikal wirkende Spannung in Rechnung gestellt werden. Wir wissen aber, daß die Streben mit einer Kraft, gleich dem Horizontalschube am Fuß derselben, auf Zusammenpressung der Hängsäule wirken, und da dies in einer auf die Fasern der letzteren senkrechten Richtung geschieht, in der ohnehin schon durch das Schwinden und Zusammentrocknen des Holzes eine Verringerung der Dimensionen eintritt, so erfordert dieser Umstand alle Aufmerksamkeit, und man macht deßhalb in den meisten wichtigen Fällen die Hängsäulen doppelt, um im Innern derselben beide Streben mit ihren

Hirnflächen gegeneinander sich stemmen zu lassen. Figur 10 und 11 Taf. 7 zeigen die üblichen Versatzungen bei einfachen Hängsäulen, wobei in Bezug auf die Richtung der Stirnen derselben ganz dasselbe gilt, wie am Fuß der Strebe. Die Anordnung nach Fig. 12 läßt sich dann oft mit Vortheil anwenden, wenn das zur Hängsäule bestimmte Holz schon im rohen Zustande eine solche Form hat, daß die in der Figur dargestellte ohne großen Holzverlust zu erreichen ist.

Zuweilen ist oberhalb der Streben nicht so viel Raum vorhanden, um einen gehörig langen Kopf an der Hängsäule stehen zu lassen, in welchem Falle man dann eine Befestigung, mit Zuhülfenahme des Eisens, zu erreichen suchen muß. Die Fig. 13 und 14 Taf. 7 zeigen dergleichen, von denen die Kappe in Fig. 14 schon deßhalb den Vorzug verdient, weil sie erlaubt, die Streben oberhalb unmittelbar gegeneinander zu setzen, so daß Hirnholz gegen Hirnholz preßt. Wenn diese Pressung sehr bedeutend ist, steckt man wohl eine dünne Eisen- oder Blechplatte zwischen die beiden Hirnflächen, damit sie sich nicht in einander drücken können. Bei eisernen Kappen hat man darauf zu sehen, daß sie da wo sie rechtwinklich umgebogen sind, keine Sprünge und Risse haben. In welcher Form (d. h. ohne die obere Spitze) die Streben zusammengeschnitten sind, zeigt Figur 14 in punktirten Linien.

Ist die Hängsäule doppelt, d. h. in dem Sinne, daß sie die Streben umfaßt, so ist die Anordnung der Verbindung, nach Fig. 1 Taf. 8, sehr einfach, und es kommt nur wieder darauf an, daß für den Kopf der Hängsäulen Holz genug stehen bleibt. Kann dies nicht geschehen, so daß der ähnliche Fall eintritt, wie in Fig. 13 und 14 Taf. 7, so muß man wieder seine Zuflucht zum Eisen nehmen; und kann dann die Anordnung nach Fig. 2 Taf. 8 treffen, in der eins von den Winkeleisen, Fig. 13 Taf. 7 (wovon dort auf jeder Seite eins liegt), zwischen beide Hängsäulen eingelassen wird; oder man kann sich auch der in Fig. 14 Taf. 7 abgebildeten eisernen Kappe bedienen, die nur bei doppelten Hängsäulen etwas schwer und kostspielig wird. Da übrigens die Hängsäulen nur mit absoluter Festigkeit zu widerstehen haben, so kann man dieselben ungefährdet, nach Fig. 3 Taf. 8, oberhalb etwas schwächen, um dadurch an Eisen bei der Kappe zu erspaaren. Die doppelten Hängsäulen werden gewöhnlich verschränkt und verbolzt. Bolzen sind nun wohl immer einige nöthig, doch kann das Verschränken füglich unterbleiben, höchstens dürften ein Paar Keile, nach Fig. 4 Taf. 8, eingeschlagen werden, die ein Gleiten der beiden Hälften der Hängsäule an einander vollständig verhüten.

Sehr oft kann man nun aber die Hängsäulen aus andern Gründen nicht doppelt machen, und möchte doch des Vortheils, der aus dieser Anordnung für die Verbindung der Streben mit der Hängsäule entsteht, nicht verlustig gehen; alsdann kann man, nach Fig. 4 Taf. 8, die Hängsäule unter den stumpf zusammengeschnittenen Streben aufhören lassen, und zu jeder Seite eine Lasche anbringen, die mit der Hängsäule verschränkt, und sowohl mit dieser, als, oberhalb der Streben, unter sich verbolzt werden. Wenn man Sorge trägt, daß die Längen **a b**, **b c** und **d e**, Fig. 4 Taf. 8, nicht zu kurz ausfallen, und Alles sorgfältig und passend gearbeitet wird, so gewährt die Verbindung große Festigkeit, und ist in vielen Fällen vortheilhaft anzuwenden.

Bei dem doppelten Hängbock sind am Kopf der Hängsäule drei Hölzer zu verbinden, Strebe, Spannriegel und Hängsäule. Zunächst ist darauf zu sehen, daß Spannriegel und Strebe in gleicher Höhe gegen die Hängsäule fallen, d. h. daß die Mittellinien dieser drei Hölzer in einem Punkte sich schneiden, damit jede Tendenz zum Drehen vermieden wird. Ist die Hängsäule einfach, so wird die Strebe auf die früher angegebene Art in dieselbe versatzt, und der Spannriegel bekommt ebenfalls eine einfache Versatzung, nach Fig. 5 Taf. 8. Beide Hölzer greifen außerdem mit einem kurzen Zapfen in die Hängsäule, damit eine Verschiebung aus der Ebene des Hängwerks vermieden wird. Ist auch in diesem Falle nicht Höhe genug vorhanden, um der Hängsäule einen hinlänglich langen Kopf geben zu können, so kann man nach Fig. 6 Taf. 8, ein eisernes Kreuz auf jeder Seite anbringen, und beide durch Schraubenbolzen mit einander verbinden. Besser und sicherer ist es aber jedenfalls, wenn man Strebe und Spannriegel nach einer Linie zusammenschneidet, die den Winkel den beide mit einander bilden, halbirt, und eine ähnliche eiserne Kappe, wie in Fig 14 Taf. 7, über der unter der Strebe abgeschnittenen Hängsäule befestigt, wie dies in Fig. 7 Taf. 8 gezeichnet ist. Da die Kappe jedenfalls etwas groß, und dadurch sehr schwer wird, so kann man sie durch einige Durchbrechungen, wie solche auch in der Figur angegeben sind, erleichtern. Eine solche Kappe wird man von Gußeisen anfertigen, während der früher erwähnte Bügel auch aus Schmiedeisen bestehen kann.

Ist die Hängsäule doppelt, so ist die Anordnung sehr einfach, indem im Innern der Hängsäule die Strebe mit dem Spannriegel zusammengeschnitten wird, auch läßt sich die Anordnung mit den Laschen, nach Fig. 4. Taf. 8, sehr leicht für diesen Fall ummodeln.

Sind in einem Hängwerke ein einfacher und ein doppelter Hängbock über einander angebracht, so müssen die Hängsäulen, wenigstens die des einfachen Hängbocks, doppelt sein, damit der Spannriegel des doppelten Hängbocks

ungehindert durchgeführt werden kann. Die Hängsäulen des letzteren können zwar einfach genommen werden, etwa nach Fig. 8 **Taf. 8**, doch ist es immer besser, sie doppelt anzuordnen, weil ein gehörig langer Kopf nicht anzubringen ist. In diesem, sowie in allen den Fällen, in welchen mehrere Streben über einander liegen, werden dieselben durch Verschränkung, oder einfacher und vollkommen genügend, durch Verdübelung nach Fig. 8 mit einander verbunden, damit kein Gleiten der Hölzer, unabhängig von einander, stattfinden kann.

Ist die von dem Hängwerk zu tragende Last nicht zu bedeutend, so kann man, bei einer einfachen Hängsäule des doppelten Hängbocks, die Anordnung auch nach Fig. 9 **Taf. 8** treffen. Hier ist der Spannriegel, in Form einer Zange, doppelt genommen, und jede Hälfte greift bei A mit einem schwalbenschwanzförmigen Blatte und, wie die punktirten Linien dies zeigen, auch noch, auf die halbe Stärke etwa, mit einer Versatzung in die einfache Hauptstrebe CD. Ist diese aus beschlagenem Holze gefertigt, so wird man ihr, wenn man das Stammende nach unten richtet, in ihrem unteren Theile auch eine größere Stärke geben können, so daß sich bei a ein Absatz bildet, gegen welchen die Zangen AB sich stützen. Die Hängsäule, mit der Zange verkämmt und verbolzt, greift außerdem noch mit einem Blatt in die Hauptstrebe, und ist auch hier mit einem Bolzen oder starken Nagel versehen. Die beschriebene Anordnung gewährt, außer der Erspaarung einer Strebe, noch den Vortheil, daß sich in ABC ein fester, unverschiebbarer Knoten bildet. Zu bemerken bleibt aber, daß die Entfernung der beiden Bolzen c und d nicht zu groß (nicht wohl über 2′) werden darf, damit durch die bei d wirkende Last keine nachtheilige Biegung der Zange eintreten kann. Ist eine mittlere Hängsäule vorhanden, so muß diese nun, wegen des doppelten Spannriegels, einfach genommen, und dann die Verbindung derselben mit den Streben nach einer der früher angegebenen Methoden bewirkt werden. Daß man sich übrigens in dem ebenbesprochenen und in Fig. 9 **Taf. 8** dargestellten Falle, auch der früher erwähnten Laschen (Fig. 4 **Taf. 8**) mit Vortheil bedienen kann, darf kaum erwähnt werden.

§. 8.

Die Verbindung der Hängsäulen mit dem Haupttramen. Die gewöhnlichste Befestigung, besonders bei einfachen Hängsäulen, ist die durch sogenannte Hängeisen, wie ein solches in Fig. 10 **Taf. 8** gezeichnet ist. Ihre Stärke kann leicht berechnet werden; doch macht man sie gewöhnlich gegen 2″ breit und 3—5 Linien stark, immer aber aus Schmiedeisen. Das Hängeisen umgreift den Tramen und die Hängsäule, und ist an letzterer gewöhnlich durch ein Paar Krampen und durch einen Schraubenbolzen befestigt. Da wo es um den Tramen sich biegt, pflegt man diesen etwas abzurunden, damit das Eisen durch das scharfe Umbiegen keine Sprünge und Risse bekommt.

Ein solches Hängeisen erlaubt, nach seiner ersten Befestigung, nicht wohl ein „Nachziehen,“ weßhalb man zuweilen eine Verbindung nach Fig. 11 **Taf. 8** anordnet, bei der an jeder Seite der Hängsäule und des Tramens, eine Schiene befestigt wird, die am untern Ende in eine Schraubenspindel ausläuft, und welche mittelst einer, unter den Tramen gelegten, festgeschraubten Schiene die Verbindung vervollständigt.

Ist die Hängsäule doppelt, und darf sie unter die Unterfläche des Tramens hinabreichen, so läßt man letzteren, nach Fig. 12 **Taf. 8**, von ihr umfassen, schneidet die Hölzer etwas in einander ein, und zieht ober- und unterhalb des Tramens einen Bolzen durch die Hängsäule. Das vorstehende Ende dieser kann, zierlich geschnitzt, einen sehr passenden Schmuck bilden. Sollen die Hängsäulen aber nicht unter die Unterfläche des Tramens hinabreichen, so kann man ein starkes Hängeisen, nach Fig. 1 **Taf. 9**, zwischen beide Hängsäulenhälften einschließen, durch einen oder zwei durchgezogene Bolzen befestigen, und das in eine Schraubenspindel auslaufende Ende durch den Tramen reichen lassen, wo dann eine starke Unterlagscheibe und eine Schraubenmutter die Verbindung bewirken. Bei dieser Verbindung, und überhaupt dann wenn durch das Hängeisen bedeutende Lasten getragen werden sollen, ist es gut, da wo das Loch für den Bolzen durch die Hängsäule geht, ein Unterlegeisen in das Holz einzulassen, wie in Fig. 2 **Taf. 9** gezeichnet ist, damit die stark belasteten Bolzen sich nicht in das Holz „einbeißen“.

In den gezeichneten Figuren ist zwischen Hängsäule und Tramen immer ein kleiner Zwischenraum gelassen, damit bei einer etwaigen Senkung der Hängsäule, kein Druck auf den Tramen ausgeübt werde, was bei stark belasteten Hängsäulen, und wenig belasteten Tramen vorkommen kann. Aus demselben Grunde ist auch in Fig. 12 **Taf. 8** kein Bolzen durch den Tramen selbst gezogen, und die Eingriffe der Hölzer in einander sind dort so gestaltet, daß die angedeutete Bewegung stattfinden kann. Uebrigens soll hier gleich bemerkt werden, daß man beim Aufschlagen der Hängwerke den Tramen immer etwas sprengt, d. h. aufwärts biegt, damit, wenn alle Hölzer fest in einander eingegriffen haben, kein Durchbiegen desselben unter die Horizontale stattfindet.

Muß der Tramen gestoßen werden, so geschieht dies immer, wenn man nicht etwa nach Fig. 12 **Taf. 6** einen Spannriegel auf denselben niedergelegt hat, unter einer Hängsäule, und man legt dann wohl ein Sattelholz unter den Stoß, auf die in Fig. 4 **Taf. 9** angegebene Weise.

Bei den meisten Anwendungen der Hängwerke kommt der Fall vor, daß da, wo die Hängsäulen den Tramen

Auch bei Mauern stemmen sich die Streben oft gegen ein, in erstere eingelegtes, Holz, wie dies Fig. 10 **Taf. 10** zeigt. Die Verbindung geschieht dann durch Zapfen, die aber auch alle bei dieser Verbindung angeführten Nachtheile herbeiführen, namentlich ein Faulen des Holzes veranlassen, wenn Nässe an die Streben kommen kann; außerdem stemmt Hirnholz gegen Aderholz, was wir auch schon als nachtheilig angegeben haben. Man wählt indessen diese Anordnung dann, wenn das Mauerwerk aus kleinen, schlecht verbundenen Steinen besteht, um den Druck der Strebe auf eine größere Fläche zu vertheilen. Bei der sogenannten Mauerversatzung Fig. 11 **Taf. 10**, wie man diese Verbindung nennt, muß man die Schichten des Mauerwerks mit Rücksicht auf die Stärke des Holzes zu den Streben einrichten, damit die Theile ab und bc etwa gleich groß werden, und bei Backsteinen, die Höhe ab durch 2 oder 3 ganze Schichten erreicht wird. Auch diese Verbindung ist, dem Regen ausgesetzt, gefährlich, indem die Fuge ad nicht wohl dicht erhalten werden kann, so daß hier die Nässe in das Innere der Mauer dringen und eine Zerstörung dieser, so wie ein Verfaulen des unteren Endes der Streben einleiten kann. Am besten dürfte es immer sein, in der Höhe des Strebenansatzes einen Absatz in der Mauer, nach Fig. 12 **Taf. 10**, anzuordnen, die Oberfläche desselben senkrecht auf die Richtung der Kraft R (§. 9 Fig. 11 **Taf. 9**) zu stellen, und die Strebe mit einem ganz kurzen Zapfen in die Steine einzulassen. Es ist hierbei angenommen, daß die Schicht A aus hinreichend großen und festen Steinen bestehe. Das Zapfenloch kann nach vorn zu einen kleinen, rinnenartigen Einschnitt erhalten, der dem etwa eingedrungenen Wasser einen Ausweg gestattet. Besteht die Schicht A nicht aus hinreichend großen und festen Steinen, oder ist der durch die Strebe übertragene Druck ein sehr großer, so legt man auf den Mauerabsatz eine hinreichend große eiserne Platte, die die Strebe mit, etwa 1 Zoll hohen, vorstehenden Rändern einfaßt, und so eine Art Schuh bildet, der leicht auf dem Mauerabsatze durch eingemauerte Dübel, oder durch eingelassene, an die Unterfläche der Platte angegossene Nasen, befestigt werden kann, und den Druck der Strebe auf eine größere Fläche vertheilt, während die Strebe selbst, besonders, wenn man dieselbe mit Asphalt in den Schuh eingießt, einen sehr sichern Stand gewährt. Fig. 13 **Taf. 10**. Fig. 14 zeigt die Platte im größern Maßstabe.

Bei Hochbauten kommt nicht selten der Fall vor, daß man die Streben von Sprengwerken durch, aus der Mauer herausreichende, Kragsteine stützt, und dann ist es nicht ungewöhnlich, zunächst auf den Kragstein, und an die Mauer sich lehnend, einen sogenannten Klebpfosten (Klappstiel) nach Fig. 15 **Taf. 10** anzubringen, in welchen die Strebe versatzt wird. Diese Anordnung hat den Vortheil, daß der Horizontalschub der Strebe nicht einen einzelnen Stein oder eine einzelne Horizontalschicht der Mauer angreift, sondern nach Verhältniß der Steifigkeit des Klebpfosten auf einen größern Theil der Mauer vertheilt wird.

Die Anordnung von eigentlichen „Kammern“ in den Widerlagsmauern, in denen die Streben stehen, wie dies wohl bei größern Brückenbauten vorkommt, übergehen wir hier, als unserm nächsten Zwecke zu fern liegend, ganz; so wie denn überhaupt das Vorstehende über die Häng- und Sprengwerke, nur mit dem Wesen dieser Constructionen uns bekannt machen sollte, damit, wenn von ihrer in den Holzconstructionen so mannigfaltigen Anwendung die Rede ist, wir nicht auf Einzelheiten zurückzugehen brauchen.

Viertes Kapitel.

Die Wände.

§. 1.

Bei den Wänden unterscheiden wir solche, die ganz aus Holz bestehen, von denen, bei welchen nur das Gerippe aus Holz gebildet ist, und die eigentliche Fläche durch Mauerwerk ꝛc. gebildet wird. Zu den erstern gehören: die Block- oder Schurzholzwand, die Spundwand, die Bohlen- oder Dielwand, die Brettwand und die Lattwand; und der zweiten Art gehört die Riegel-, Bund- oder Fachwerkswand an. Da letztere, als die am meisten in Anwendung kommende, uns auch am meisten interessirt, so soll von ihr zuerst die Rede sein.

A. Die Riegel- oder Fachwerkswand.

§. 2.

Eine Riegel-, Bund- oder Fachwerkswand, Fig. 1 **Taf. 11**, besteht aus der Schwelle ab, der Pfette oder dem Rahmstück cd, den Pfosten, Stielen, oder Säulen e, den Bügen oder Bändern f, und den Riegeln k.

Die Schwelle begrenzt die Wand zu unterst und trägt dieselbe. Sie liegt nie hohl, sondern ist ihrer ganzen Länge nach, oder doch in so kurzen Entfernungen unterstützt, daß ihre relative Festigkeit nur unbedeutend in Anspruch genommen wird. Man verwendet daher auch keine starken (hohen) Hölzer dazu, sondern gewöhnlich Halbhölzer, die mit der breitesten Seite, auf der ihnen als Fundament dienenden Unterlage, aufliegen. Dahingegen verwendet man gern Eichenholz zu den Schwellen, weil dieses — senkrecht auf seine Fasern — einen größeren Druck aushalten kann, und wenn die Schwellen unmittelbar auf Mauerwerk ruhen, nicht so bald von der Nässe leidet, als Tannenholz. Der Zweck der Schwellen ist hauptsächlich der, eine

Vertheilung der Last auf die der Wand als Fundament dienenden Mauer zu bewirken, und deßhalb nimmt man sie gern recht breit.

Bei dem Auflager derselben auf die Mauer kommt die „Kernseite" des Holzes immer nach unten zu liegen, und um das Verfaulen möglichst zu verhindern, trifft man wohl eine Anordnung für das Auflager der Schwelle wie sie in Fig. 2 **Taf. 11** dargestellt ist. Bei derselben ist eine Rollschicht fest gebrannter Backsteine, auf welcher die Schwelle aufliegt, so angebracht, daß die Vorderkante der letzteren um etwas übersteht, so daß hier ein Abtropfen des an der Wand herablaufenden Wassers stattfinden kann, welches sich sonst gern in die Fuge zwischen Mauerwerk und Schwelle zieht, und dann sehr bald ein Verfaulen der letzteren einleitet.

Bilden zwei Wände ein Eck, oder kreuzen sie sich in ihren Richtungen, so werden die in einer Ebene liegenden Schwellen überblattet, nach den auf **Taf. 4** in den Figuren 8—12 gegebenen Detailzeichnungen.

Gehört die Schwelle zu einer Wand in einem oberen Stockwerke, so daß sie auf einer Balkenlage liegt, so nimmt sie den Namen Saum- oder Brustschwelle an und ist dann auf die Balken der darunter befindlichen Etage aufgekämmt, so daß in Fig. 9 **Taf. 5** a a eine solche Saumschwelle darstellen würde.

§. 3.

Auf der Schwelle stehen die Pfosten, Stiele oder Säulen und bestimmen durch ihre Länge die Höhe der Wand. Sie theilen sich in Eck-, Bund-, Thür-, Fenster- und Zwischenpfosten. Die Eckpfosten e' Fig. 1 **Taf. 11** stehen am Eck, oder am Ende der Wand und sind gemeiniglich stärker als die übrigen, weil sie mehr zu tragen haben und auf zwei Seiten durch die Zapfenlöcher für die Riegel (siehe unten) geschwächt werden. Wegen dieser größeren Stärke müssen die Eckpfosten, wenn sie überall mit der Wand „bündig" sein sollen, nach Fig. 3 **Taf. 11** ausgewinkelt, d. h. es muß das punktirt gezeichnete Holz auf die ganze Länge des Pfostens fortgestemmt werden. Die Bundpfosten e'' stehen da, wo sich zwei Wände ihrer Richtung nach kreuzen; auch sie haben in der Regel größere Stärkenabmessungen als die Thür- rc. Pfosten, weil sie zwei Wänden zugleich angehören, und wenigstens von drei, zuweilen aber auch von vier Seiten durch Zapfenlöcher geschwächt werden, und müssen daher nach Fig. 4 wenigstens auf zwei Seiten ausgewinkelt werden. Die Thür- und Fensterpfosten stehen zu beiden Seiten der Thür- und Fensteröffnungen, und endlich stehen die Zwischenpfosten so zwischen den ebengenannten, daß die Entfernung von Pfosten zu Pfosten nicht unter 3 und nicht über 5 Fuß beträgt.

Die eine Abmessung des Querschnitts der Pfosten richtet sich nach der Stärke der Wand, und diese sehr oft nach dem Material womit die Fache ausgemauert werden sollen. Besteht dies aus unregelmäßigen Bruchsteinen, so muß die Ausmauerung, wie wir im ersten Theile gesehen haben, wenigstens 6—7 Zoll betragen, wenn man eine einigermaßen dichte Wand haben will. Bei Backsteinen beträgt die Stärke entweder die halbe, oder die ganze Steinlänge, und nur bei ganz leichten Scheidewänden setzt man die Steine wohl hochkantig in die Wände, so daß die Stärke gleich der Dicke der Backsteine wird.

Die Pfosten müssen außerdem der Biegung durch die vertikal auf sie wirkenden Belastung widerstehen, und die Erfahrung lehrt, daß dies, gewöhnliche Stockwerkshöhen von 10—12 Fuß vorausgesetzt, bei einer Stärke von 5—6 Zoll im Quadrat der Fall ist; nur wenn der Druck nicht bloß vertikal, sondern auch seitwärts wirkt, wie z. B. bei Getraidescheunen rc., müssen die Pfosten in der Richtung der Stärke der Wand größere Abmessungen erhalten; etwa bei der gebräuchlichen Scheunenhöhe von 15—18 Fuß, 7—8 Zoll. Nach der Richtung der Länge der Wand wird das Biegen der Pfosten schon durch die Ausmauerung der Fache, und außerdem noch durch die Riegel kräftig verhindert, so daß nach dieser Richtung, besonders bei den Zwischenpfosten, sehr schwache Abmessungen zulässig erscheinen, und in vielen Fällen 3—4 Zoll genügen. Thür- und Fensterpfosten müssen schon, weil sie auf einer Seite frei stehen, und die Thüren und Fenster an ihnen befestigt werden sollen, etwas größere Abmessungen erhalten, doch dürften auch hier 4 Zoll in den meisten Fällen genügen.

Die Pfosten sind mit der Schwelle verzapft, und da hier sehr leicht alle die Seite 18 erwähnten Nachtheile eintreten können, so dürfte der Kreuzzapfen Fig. 21 **Taf. 4** vorzuziehen sein, weil ein Verbohren der Zapfen durchaus unnöthig erscheint, da die Pfosten nie gehoben werden können, ein Verschieben derselben aber auch durch die Kreuzzapfen wirksam verhindert wird. Will man diesen Zapfen nicht, sondern den gewöhnlichen anwenden, so müssen die Eck- und Bundpfosten geächselte Zapfen, Fig. 16 **Taf. 4**, erhalten.

§. 4.

Die Wand zu oberst begrenzend, und von den Pfosten getragen, liegt das Rahmstück, Rähm, die (Wand-) Pfette. Hat sie keinen andern Zweck, als die Wand nach oben zu begrenzen, wie bei freistehenden Bewährungswänden, die freilich selten vorkommen, so darf die Pfette nicht stärker, d. h. nicht höher als 5 Zoll etwa sein, und so breit, als die Wand stark ist. Soll die Pfette aber ein Gebälk tragen, so muß sie stärker sein, und um so stärker, je weiter die Pfosten, als Unterstützungen der Pfette, von

einander entfernt stehen. Gewöhnlich macht man die Pfetten 7 – 8″ stark, obgleich dies Maaß bei der angegebenen Entfernung der Pfosten von einander zu groß erscheint. Denn wenn die Pfosten 5 Fuß von einander entfernt sind, und die Pfette hat 5 Zoll Breite, bei 7 Zoll Höhe, so trägt sie in ihrer Mitte eine Last von 5100 Pf., wobei zehnfache Sicherheit gerechnet ist, und was einer Belastung von 2000 Pf. auf den Fuß Länge der Pfette gleichkäme. Man sieht hieraus, daß die Pfetten für die Lasten, die sie gemeiniglich zu tragen haben, gewöhnlich zu stark gemacht werden; und man daher selten über 6 Zoll wird hinauszugehen brauchen. Die Pfetten macht man aber gern aus recht langen Stücken, weil davon die Unverschieblichkeit der ganzen Wand zum Theil abhängig ist. Muß sie gestoßen werden, so geschieht dies am besten durch das schräge Hakenblatt, Fig. 17 **Taf. 2**, und immer über einem Pfosten, wie bei x Fig. 1 **Taf. 11**.

Am Eck oder bei sich kreuzenden Wänden werden die Pfetten, wenn beide in einer Horizontalebene liegen, überblattet, öfter aber, wenn die letztere Bedingung nicht stattfindet, überkämmt. Die Verbindung mit den Pfosten geschieht durch den gewöhnlichen Zapfen, der bei Eck- und Bundpfosten geächselt werden muß. In diesem Falle tritt der Hauptnachtheil der Verzapfungen, daß Näſſe in die Zapfenlöcher dringen kann, nicht ein.

§. 5.

Durch Schwelle, Pfosten und Pfette ist eine Wand umrahmt, aber noch nicht zu einer unverschieblichen Figur gemacht. Dies geschieht durch die Büge oder Strebebänder, Hölzer die in schräger Richtung die Schwelle mit der Pfette verbinden, und so ein Verschieben der letzteren unabhängig von der Schwelle verhindern. Besteht die Pfette der Wand, sowie die Schwelle, je aus einem Stück, so sind nur zwei Büge erforderlich, denn wenn die Verschiebung an beiden Enden unmöglich gemacht ist, so ist sie es auch für den übrigen Theil der Länge. Man bringt daher zunächst an den Enden der Wand die Büge an, und nur wenn die Pfette oder Schwelle gestoßen ist, auch noch in der Mitte, oder vielmehr so, daß für jedes Pfetten- oder Schwellenende zwei Büge vorhanden sind. Ist daher in Fig. 1 **Taf. 11** die Pfette bei x gestoßen, so sind außer den Bügen f f, auch noch die punktirt gezeichneten f′ f′ nothwendig. Mehr als die nothwendige Anzahl Büge anzuordnen, ist nicht rathsam, weil sie bei ihrer schrägen Stellung die Ausmauerung der Fache auf nachtheilige Weise durchschneiden. Die Büge sollen in die Schwelle und Pfette verzapft oder versatzt werden, wobei es aber gleichgültig ist, ob sie nach der Mitte oder nach dem Ende zu geneigt sind, nur müssen die beiden zu einer Pfette gehörigen entgegengesetzte Richtungen erhalten. Ein unter 45 Grad geneigter Bug würde der wirksamste sein, und wird daher auch von den Zimmerleuten ein Ruheband genannt. Wenn ein solches indessen angeordnet werden soll, so muß das Fach für dasselbe ein sehr weites sein, d. h. es müssen die beiden Pfosten, zwischen denen es Platz finden soll, so weit aus einander stehen, als Rahmstück und Schwelle von einander entfernt sind, deßhalb stellt man die Büge oder Bänder steiler, und zwar als Diagonale eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen Catheten sich bei niedrigen Wänden wie 1 : 2, und bei hohen Wänden wie 1 : 3 verhalten. Steil gestellte Büge wirken zugleich als Pfosten, und helfen den übrigen tragen; deßhalb stellt man solche zunächst am Eck, mit dem oberen Ende nach außen geneigt, um so dem Eckpfosten als Unterstützung zu dienen.

Die Zapfenlöcher der Büge müssen von denen der nächsten Pfosten wenigstens 3 Zoll entfernt bleiben, damit das zwischen beiden stehen gebliebene Holz nicht herausgedrängt wird.

Zuweilen bringt man in einem Fache, d. h. zwischen zwei Pfosten, auch wohl zwei Büge, nach Fig. 5 **Taf. 11** bei A, in entgegengesetzter Richtung an, die sich in der Mitte kreuzen, und hier durch einen Nagel oder Bolzen verbunden sind. Eine solche Verbindung nennt man ein Andreaskreuz. Sehr oft wird diese Anordnung nur des bessern Ansehens wegen getroffen, weil das einzelne, schräg stehende Strebeband eine unangenehme, die Symmetrie störende Linie bildet, die durch das zweite Band wieder in's Gleichgewicht gebracht wird. Der Nutzen des Andreaskreuzes ist nicht groß; denn wenn beide bündig stehen sollen, so müssen sie im Kreuzpunkte überschnitten werden, wodurch sie bedeutend an Steifigkeit verlieren, so daß man wohl den einen Bug in seiner ganzen Stärke läßt, und den andern aus zwei Stücken zusammensetzt, und auf dem ersteren durch kurze Zapfen, oder nur durch eiserne Nägel befestigt. In diesem Falle ist der zweite Bug fast ganz nutzlos, und nur des bessern Ansehens wegen da.

Wenn die Büge nur das Verschieben der Wand verhüten, und nicht auch zugleich mit tragen sollen, so geht man von dem Grundsatze, daß sie in Pfette und Schwelle greifen müssen, ab, und läßt sie an einem Ende in einen Pfosten eingreifen, so daß die in Fig. 5 **Taf. 11** bei **B** gezeichnete Anordnung sich ergibt. Wirksamer bleiben aber immer die in Fig. 1 **Taf. 11** gezeichneten Büge; es sei denn, daß wie bei **C** Fig. 5, zwei Streben gegen einen gemeinschaftlichen Pfosten in der Mitte einer Wand streben. Eine Anordnung wie bei **B** Fig. 5 kann aber, wenn das Band in Wirksamkeit tritt, für den Pfosten gefährlich werden, weil im Punkte a eine Kraft thätig wird, die geradezu auf das Verbiegen oder Brechen des Pfostens wirkt, und

daher besonders gefährlich wird, wenn der Pfosten ein Eckpfosten ist.

Die Büge erhalten nach der Stärke der Wand dieselben Abmessungen, wie die Pfosten, und dürften nach der Länge der Wand, mit einer Breite von 4—5 Zoll in gewöhnlichen Fällen hinreichend breit genug sein, da sie in dieser Richtung durch die Riegel und die Ausfüllung der Fache kräftig gegen das Verbiegen geschützt werden.

§. 6.

Die Riegel, die sich in Fenster-, Brust-, Thür- und Zwischenriegel theilen, haben den Zweck, die Fenster- und Thüröffnungen oben und unten zu begrenzen, und die Fache auf eine solche Größe zu beschränken, daß die Tafeln der Ausfüllung nicht zu groß werden; und nur in den Fällen, in welchen eine Ausmauerung der Fache unterbleibt, haben sie auch den Zweck, das Verbiegen der Hölzer nach der Länge der Wand zu verhindern.

Die Stellung der Brust-, Fenster-, und Thürriegel ist durch die Anordnung dieser Oeffnungen bedingt, und hier nur zu erinnern, daß man die Fenster-, noch mehr aber die Thürriegel, besonders über weiten Oeffnungen, stark genug machen muß, damit sie die über ihnen liegende Ausmauerung tragen können. Hiernach erscheint eine Form, wie bei A oder B Fig. 6 **Taf. 11**, durchaus gerechtfertigt, ebenso die Anordnung, daß sie nicht nur mit Zapfen, sondern auch mit einer Versatzung in die Thür- und Fensterpfosten greifen.

Die Brustriegel, welche die Fenster zu unterst begrenzen, bedürfen gerade keiner großen Stärke, doch macht man sie gern von Eichenholz, um sie länger gegen das Verfaulen zu schützen. Die übrigen Zwischenriegel werden gewöhnlich so angebracht, daß die entstehenden Fache 16—20 Quadratfuß Fläche nicht überschreiten. Wenn man indessen die Fache mit Backsteinen ausmauert, die einen regelmäßigen Verband zulassen, so kann man die Fache größer machen, ja sogar die Zwischenriegel ganz fort lassen, wie dies im südlichen Frankreich ganz gewöhnlich und auch an einigen Orten am Mittelrhein, in der Umgegend von Koblenz, üblich sein soll. Daß man die mit Back- oder andern regelmäßig gestalteten Steinen ausgemauerten Fache größer machen darf, beweisen die sogenannten Feuermauern, zunächst der Feuerstellen, die oft 10' hoch und 5' breit, ohne alles Holz, ½ Stein stark aufgemauert werden. Die Riegel schwächen durch die Zapfenlöcher die Pfosten gerade in der Dimension, wo sie eine solche Schwächung am wenigsten vertragen können, und da man außerdem voraussetzen muß, daß die Fuge zwischen der Unterfläche des Riegels und der Ausmauerung, durch das unvermeidliche Setzen der letzteren, der das Schwinden und Zusammentrocknen des Holzes noch zu Hülfe kommt, immer offen ist, so läßt sich in der That kaum einsehen, daß die Riegel der Ausmauerung Festigkeit verleihen. Weit zweckmäßiger wird es sein, die Anzahl der Pfosten nicht zu sehr zu beschränken, sie etwas näher an einander zu stellen, und dafür die Anzahl der Riegel möglichst klein zu nehmen. Uebrigens nennt man eine Wand ein- oder zweimal ꝛc. verriegelt, je nachdem in der Höhe derselben ein oder zwei Reihen Riegel angebracht sind.

Wird die Wand nicht ausgemauert, sondern etwa ausgestaakt *), so sind die Riegel allerdings nothwendig, und die Entfernung derselben von einander hängt von der Länge der Staakhölzer ab, die 4 Fuß nicht wohl überschreiten darf. Soll anderseits aber die Wand durch eine Bretterverschalung geschlossen werden, und werden die Bretter derselben horizontal angeordnet, so können die Riegel füglich fortbleiben, wenn sich nur auf alle 3 bis 4 Fuß ein Holz, Pfosten oder Bug findet, an welchen man die Bretter nageln kann.

Die Abmessung der Riegel nach der Dicke der Wand ist gleich dieser, die Höhe kann aber, mit Ausnahme der Thür- und Fensterriegel, sehr beschränkt werden, und dürfte mit 2 Zoll hinreichend sein, denn zu tragen haben die Riegel gar nichts, und je höher sie sind, desto mehr trocknen und schwinden sie, und je undichter wird die Wand. Die Verbindung der Riegel mit den Pfosten und Bügen geschieht durch den gewöhnlichen Zapfen, den die Zimmerleute außerdem immer auch noch verbohren. Letzteres erleichtert das Aufschlagen einer Wand ungemein, und man bringt daher die Zimmerleute sehr schwer dazu, es fort zu lassen, obgleich diese Verbohrung für die Festigkeit der Wand nicht nur keine Vortheile, sondern nicht unbedeutende Nachtheile hat. Durch die Nagellöcher und die mit dem Hirnholz nach Außen stehenden Nägel wird Nässe in das Innere des Holzes geführt, und wenn die aus trocknem Holze gefertigten und gewaltsam eingetriebenen Holznägel durch die Berührung ihrer Hirnflächen mit der nassen Luft aufquellen, so werden dadurch Sprünge und Spalten in dem Holze der Pfosten und Büge veranlaßt, die ihrerseits der Feuchtigkeit ebenfalls Eingang gestatten. Da nun die Bequemlichkeit beim Aufschlagen auch durch Rüstklammern (Spitzklammern) erreicht werden kann, so sollte man die Verbohrung ganz fort lassen, und auch in dieser Beziehung leisten nur 2 Zoll hohe Riegel Dienste, weil sie die Verbohrung wohl von selbst verbieten. Außerdem sollten die Riegel, um die Pfosten nicht zu sehr zu schwächen, nach Fig. 5 **Taf. 11** „versetzt“ werden; wenigstens an den Eck- und noch mehr an den Bundpfosten, welch letztere gar von drei Seiten für die Riegel „verlocht“ werden.

---

*) Ueber das Ausstaaken der Wandfache, siehe weiter hin wo von der Construction der Deckenfelder die Rede ist.

§ 7.

Im Vorstehenden sind die nothwendigen Constructionsstücke einer Wand besprochen, und mehr als hiernach erforderlich, sollten daher auch niemals angewendet werden. Wenn indessen die Wand, wie es bei äußeren Wänden immer sein sollte, ohne Abputz (Verblendung) bleibt, so bilden die Holzstücke auf der Wandfläche eine Zeichnung, die ihr einziger, aber auch charakteristischer Schmuck ist. In solchen Fällen darf man dann auch, des besseren Ansehens wegen, und um Ordnung und bessere Verhältnisse hervor zu bringen, schon ein oder das andere Verbandstück anordnen, wenn sich sein Dasein auch nicht durch die Nothwendigkeit rechtfertigen läßt. Macht man ja oft zwei Reihen Knöpfe, wo man nur eine gebraucht*). In einem solchen Falle kann man auch wohl einen Bundpfosten, wenn er in der erwähnten Zeichnung störend wirkt, dicht hinter die Wand, nach Fig. 1 **Taf. 11** bei y, stellen, wo er dann zum sogenannten Klebpfosten (Klappstiel) wird, und die Verbindung beider Wände nur durch Schwelle und Pfette bewirkt wird. Aber bei innern Wänden und da, wo das Holz der Wand unter einer Decke versteckt wird, soll und muß man mit den Verbandstücken kargen und keins anwenden, was nicht durchaus da sein muß.

§. 8.

Die Construction der Fenster- und Thüröffnungen in den Riegelwänden ergibt sich eigentlich von selbst, und erfordert daher keine so weitläufige Besprechung, als dies bei den Mauern im I. Theile der Fall war, doch müssen wir ihrer kurz gedenken.

Die Fensteröffnungen sind selten so weit, daß der, hier als Sturz dienende Riegel viel zu tragen bekäme, zumal, da sich der Holzbau so recht eigentlich zur Anordnung der sogenannten „Gruppenfenster", die nur durch einzelne Pfosten getrennt werden, eignet; wodurch man in den Stand gesetzt wird, jede zu große freitragende Länge des Fensterriegels zu vermeiden. Der Brustriegel, der als Sohlbank auftritt, wird gern von Eichenholz genommen, und wenn man eine Fensterleibung gestattet, in seiner Oberfläche abgeschrägt und glatt gehobelt. Besser ist es aber, man legt auf denselben ein sogenanntes Fensterbrett (Simsbrett), nach Fig. 7—9 **Taf. 11**, was über die Vorderfläche der Wand etwas hinausragt, und das Abtropfen des Wassers durch eine, an seiner Unterfläche eingestoßene, Wasserrinne befördert. Macht man dieses Brett von Eichenholz, so kann immerhin der Brustriegel von Tannenholz sein. Die Anordnung Fig. 8 **Taf. 11** verdient gegen die in Fig. 7 jedenfalls den Vorzug, weil das in die Fuge zwischen Fensterrahmen und Fensterbrett eindringende Wasser hier nicht so schädlich wirkt; freilich erfordert aber auch die solidere Construction etwas stärkeres Holz zu dem Fensterbrette. Wenn man auch den Falz bei a Fig. 8 fortläßt, so muß doch wenigstens der Fensterrahmen b, Fig. 9, auf und nicht hinter dem Fensterbrette stehen. Die Fuge kann dann durch das innere Fensterbrett c, Fig. 9, (von welchem Näheres an einem andern Orte) gedeckt werden. Auf diese Weise bildet sich eine Fensterleibung, und man kann sie so breit machen, daß der Fensterrahmen mit der innern Seite der Wand bündig ist, d. h. mit ihr in einer Ebene liegt. In manchen Gegenden setzt man die Fensterrahmen nach Fig. 10 **Taf. 11**, mit der Außenseite der Wand bündig, um die Oberfläche des Brustriegels dem Wetter zu entziehen. Diese Anordnung sieht aber sehr schlecht aus, und setzt auch das Fenster selbst dem Wetter zu sehr aus, so daß die erste Anordnung jeden Falls den Vorzug verdient.

Um den Falz der lothrechten Seiten zu bilden, werden entweder die Fensterpfosten selbst gefalzt, oder man nagelt ein Futterbrett an dieselben, oder man dichtet die Fuge einfach durch eine daran genagelte Leiste. Hierauf kommen wir nochmals bei Construction der Fenster selbst zurück.

Bei den Thüren vertritt in den meisten Fällen die Wandschwelle auch die der Thüre, doch muß sie in vielen Fällen ganz, oder zum Theil ausgeschnitten werden, je nachdem der Fußboden des Raumes, zu dem die Thüre führt, mehr oder weniger unter der Oberfläche der Thür- oder Wandschwelle liegt. Liegt der Fußboden so, daß seine Oberfläche mit der der Schwelle in eine Ebene fällt, so könnte man die letztere hobeln, und das Thürfutter nur an den drei übrigen Seiten herumführen, wenn man, wie bei den Thüren der Zwischenwände im Innern der Gebäude, der Thürschwelle keinen Vorsprung geben will. Indessen pflegt man auch in diesem Falle die Schwelle um die Brettdicke auszuschneiden, und ein besonderes Futterbrett, gewöhnlich von Eichenholz, einzulegen. Bei den Wänden der Erdgeschosse würde aber bei dieser Lage die Schwelle ihrer ganzen Höhe nach verschüttet werden, und deßhalb legt man sie höher. Legt man sie nun so, daß ihre Unterfläche mit dem Fußboden in eine Ebene fällt, dieser also mit dem Sockel gleich hoch liegt, so muß die Schwelle in der Thür ganz ausgeschnitten werden, wenn sie nicht über dem Fußboden vorstehen soll. Dies kann aber für die Wand gefährlich werden, weil dadurch die Längenverbindung aufgehoben wird, weßhalb man diese wo möglich durch eiserne Schienen wieder herzustellen sucht. Wenn daher keine anderen Gründe dagegen sprechen, so wird es am besten sein,

*) Die so gemüthlichen Holzarchitekturen aus dem 15. und 16. Jahrh., wie sie unsere deutschen Städte, z. B. Braunschweig, Quedlinburg, Halberstadt ꝛc. aufweisen, wird man nicht nachahmen können, wenn man sich bei den Verbandstücken auf das durchaus Nothwendige beschränkt. Siehe „Bötticher, Holz-Architektur des Mittelalters."

in den untern oder Erdgeschossen, den Fußboden in Bezug auf die Wandschwellen so hoch zu legen, daß in der Thür beiläufig die halbe Schwellenhöhe, oder so viel ausgeschnitten wird, daß sie noch 2½ Zoll stark bleibt. Befindet sich in der Nähe der ausgeschnittenen Stelle ein Stoß der Schwelle, nach dem schrägen Hakenblatt ausgeführt, so muß das Blatt, wie bei **A** Fig. 11 **Taf. 11**, unten an das ausgeschnittene Schwellenende geschnitten werden, und nicht wie bei **B**, weil hier nach der Linie a b leicht ein Abspringen erfolgen könnte. Ist die Schwelle aber zugleich eine Saumschwelle, und auf ein Gebälk aufgekämmt, so daß ein Balken unter die ausgeschnittene Stelle trifft, so wird man hier die Tiefe der Verkämmung nicht aus der Schwelle, sondern ganz aus dem Balken schneiden.

§. 9.

Bei Einfahrten, deren Schwelle immer unter der Wandschwelle liegt, pflegt man die Anordnung nach Fig. 12 **Taf. 11** zu treffen. Die Thürschwelle a b liegt hier immer in das Sockelgemäuer versenkt, und muß daher von Eichenholz genommen, und auch wohl noch mit einigen eisernen Schienen beschlagen werden, wenn sie Dauer gewähren soll. Wenn man hinreichend lange und feste Werksteine haben kann, so eignen sich diese ganz vorzüglich zu dergleichen Thorschwellen. Sie müssen aber so lang sein, daß die Thorpfosten noch in sie eingezapft werden können. Diese sind mit den Wandschwellen bei c c verzapft und hängen außerdem noch auf einer Versatzung. Diese Zapfen müssen verbohrt werden, wenn man kein Eisen zur Verbindung verwenden will.

Die Fenster-, noch mehr aber die Thür- und Thorriegel, die für die Oeffnungen den Sturz bilden, werden in die Pfosten außer mit dem Zapfen auch noch mit einer Versatzung eingelassen, so daß sie mit dem vollen Holze aufliegen. Der Tragkraft dieser Riegel kommt man zuweilen durch konsolartige Knaggen in den Ecken zu Hülfe, die nach mancherlei Formen geschnitzt, endlich zu Kopfbändern werden, und dann ausgeründet oder von krummgewachsenem Holze gemacht, eine Art Bogenarchitektur darstellen, die eigentlich in der Holzconstruction keine Begründung findet. Die Fig. auf **Taf. 13** zeigen einige dergleichen Anordnungen, welche keiner weiteren Erläuterung bedürfen.

Bei sehr weiten Thoren, über denen eine volle Wand vielleicht durch mehrere Stockwerke sich erhebt, legt man wohl einen verzahnten oder verdübelten Balken als Riegel, besonders dann wenn er etwa bestimmt ist, ein Gebälk zu tragen, wie in Fig. 1 **Taf. 12**, wo der Thorriegel, unmittelbar unter der Pfette liegend, mit dieser verdübelt und verbolzt erscheint.

Um dem Thorriegel die Last der oberen Wände abzunehmen, kann man in dem Fache darüber, nach Fig. 2 **Taf. 12**, ein Sprengwerk anordnen, oder wenn man den Thorriegel selbst unterstützen will, und sich in dem oberen Fache ein Mittelpfosten anbringen läßt, diesen als Hängsäule betrachten, und so ein Hängwerk construiren, dessen Hängeisen den Thorriegel umfaßt, wie dies in Fig. 3 gezeichnet ist. Natürlich müssen dann die Thorpfosten hinreichend stark genommen werden, weil auf diesen nun die ganze Last ruht. Ein möglichst fester Stand und ein hinreichend starker Querschnitt sind für Thür- und Thorpfosten schon deßhalb erforderlich, weil an ihnen die oft schweren Thorflügel befestigt werden, die bei ihrer Bewegung oft nachtheilige Erschütterungen verursachen.

§. 10.

Bei Wänden mehrstockiger Gebäude pflegt man, nach Fig. 13 oder 14 **Taf. 11**, für jedes Stockwerk eine vollständige Wand mit Pfette und Schwelle anzuordnen, so daß, mit Ausnahme der untersten, alle Schwellen Saumschwellen werden, und als solche auf dem Etagengebälke aufgekämmt sind, die ihrerseits auf der Pfette der unteren Wand ruhen. Bei dieser Anordnung befinden sich zwischen den Pfosten der unteren und der darüberstehenden Wand drei Langhölzer, die senkrecht auf ihre Fasern zusammengepreßt werden. Dies Letztere kann nun aber erfahrungsmäßig, wenn die Hölzer weich und nicht ganz ausgetrocknet sind, $1/24$ ihrer Höhe betragen, und daher in manchen Fällen eine nicht unbedeutende Senkung verursachen. Daher ist es besser, eine andere Construction zu wählen, und entweder die Pfette der unteren Wand, wie bei **A** in Fig. 15 **Taf. 11**, oder wie in Fig. 4 **Taf. 12**, etwas höher zu nehmen, und zugleich als Schwelle der oberen dienen zu lassen, oder die Hauptpfosten ununterbrochen durch die ganze Höhe sämmtlicher Wände laufen zu lassen. Da man aber das hierzu nöthige Holz bei der erforderlichen Stärke oft nicht in der nöthigen Länge haben kann, so construirt man diese Pfosten als Doppelpfosten, d. h. stellt zwei Hölzer unmittelbar neben einander, und sorgt dafür, daß nicht beide in einerlei Höhe gestoßen werden. Letzteres geschieht stumpf, und die Verbindung der den Doppelpfosten bildenden Hölzer geschieht durch Schraubenbolzen. Bei dieser Construction kann man die Pfosten entweder nach der Länge oder nach der Dicke der Wand doppelt stellen, und beide Methoden haben Vortheile. Die, immer 10—12 Fuß auseinander gestellten, Doppelpfosten erlauben, wenn sie nach der Länge der Wand, wie in Fig. 2 **Taf.** 14, doppelt stehen, die Balken der Zwischendecken und des Daches durch sie hindurch zu stecken, und mit ihnen zu verbolzen, wodurch diese ein sehr sicheres Auflager bekommen, und als sehr wirksame Anker angesehen werden dürfen. Da hingegen können nun

die Schwellen und Pfetten, überhaupt die zur Bildung der Wand dienenden horizontalen Hölzer nicht in langen Stücken verwendet werden, sondern können nur von einem Doppelpfosten zum andern reichen, und werden dann mit ihnen verzapft, und die Hauptkölzer durch eiserne Schienen verbunden.

Stehen die Pfosten aber, wie in Fig. 1 **Taf. 14**, nach der Tiefe doppelt, so können die ebengenannten Hölzer in langen Stücken durch die Pfosten hindurchgehen, und, mit ihnen verbolzt, der Wand eine Festigkeit geben, die in solchem Grade auf keine andere Weise erreicht werden kann. Die Verbindung mit den Balken ist jetzt zwar nicht mehr so solide, doch aber kann man, wenn statt des einen starken, zwei schwächere Balken, zu beiden Seiten des Doppelpfostens angeordnet, in dieselben etwas eingelassen und mit ihnen verbolzt werden, eine hinreichend feste Verbindung erzielen, so daß die Stellung der Doppelpfosten nach der letzteren, in Fig. 1, dargestellten Anordnung in den meisten Fällen den Vorzug verdienen dürfte.

Gewöhnlich stellt man die Doppelpfosten unmittelbar auf das Fundament der Wand, besonders bei der Stellung nach der Stärke derselben, und nur, wenn das Fundament nicht ganz sicher, der Baugrund weich und nachgebend, und die durch die Doppelpfosten übertragene Last sehr bedeutend ist, muß man, um die Last besser und auf einen größeren Theil des Fundaments zu vertheilen, die Doppelpfosten auf hinreichend starke Schwellen stellen. Diese können nach der Stellung, Fig. 2 **Taf. 14**, einfach, müssen aber nach der Stellung, Fig. 1, doppelt sein. Hierbei tritt die Schwelle, da der zwischen den Doppelpfosten befindliche Theil der Wand immer bedeutend schwächer, als letztere, ist, auch außerhalb gegen die Wand vor, und muß daher gut gegen das Aufschlagen des Regenwassers geschützt werden. Der zuletzt erwähnte Umstand macht es räthlich, diese Doppelschwelle, (wie dies in Fig. 1 **Taf. 14** auch geschehen), wo es thunlich, zu vermeiden.

Der Raum zwischen den Doppelpfosten wird auf die früher besprochene Weise „ausgebunden", und in Bezug auf die Etagenbalken kann man das Auflager derselben auf die verschiedenen in Fig. 1 und 2 **Taf. 14** dargestellten Arten anordnen.

Will man das System der Doppelpfosten consequent durchführen, so ergeben sich an den Ecken vierfache Pfosten, die dann einen sehr soliden Eckpfeiler bilden. Besonders bei Kirchen und Thürmen, die aus Fachwerk erbaut werden sollen, findet die beschriebene Construction Anwendung; ebenso aber auch bei Magazinen und Scheunen, und bei letzteren leisten, nach der Stärke der Wand gestellte, Doppelpfosten einen sehr erwünschten Widerstand gegen den Seitendruck des Getraides, und verhüten das, bei hohen Scheunenwänden, so häufige Ausbauchen sehr kräftig.

In Fig. 4 **Taf. 12** haben wir eine Riegelwand nach dem Vorschlage des Herrn „Etzel" in Försters Bauzeitung gegeben, bei welcher ebenfalls durchgehende Hauptpfosten **a a** angebracht sind, und die stärkeren Pfetten **b b** zugleich als Schwellen der darüberstehenden Wänden dienen. Fig. 4 **B** zeigt einen Horizontalschnitt nach **g h** Fig. 4; Fig. 4 **C** eine Seitenansicht, und Fig. 4 **D** den vertikalen Durchschnitt der Wand, aus welchen Zeichnungen die getroffene Anordnung so deutlich hervorgeht, daß eine weitere Erläuterung überflüssig erscheint, um so mehr, da die befolgten Grundsätze durchaus dieselben sind, die wir oben weitläufig besprochen haben. Bei den mancherlei Holzbauten an Schuppen und Remisen ꝛc. der würtembergischen Eisenbahnbauten ist von dieser Construction vielfach Gebrauch gemacht, und wir haben dadurch Gelegenheit, die Haltbarkeit und Zweckmäßigkeit derselben zu prüfen.

Den Einwand, welchen man gegen diese Construction oft machen hört, daß sie bei einem entstehenden Feuer sehr schwer einzureißen sei, lassen wir dahingestellt, müssen aber doch bemerken, daß man beim Bau neuer permanenter Gebäude, wohl selten auf ein leichtes Einreißen derselben Rücksicht nimmt. Die Fig. 4 **E** und **F** zeigen ein Paar Vertikalschnitte nach den Linien **c d** und **e f** Fig. 4 **B**.

§. 11.

Wir haben bisher immer vorausgesetzt, daß die Wände entweder auf einem Fundamente, einer Sockelmauer, oder aber solche in höheren Etagen befindliche, auf andern Wänden ruhen, und so die Schwellen in ihrer ganzen Länge eine unmittelbare Unterstützung finden. Sehr häufig kommt aber der Fall vor, daß Wände über hohlen Räumen ausgeführt werden sollen, so daß das die Schwelle bildende Holzstück nur an seinen Enden eine Unterstützung findet. Alsdann müssen sogenannte Spreng- oder eigentlich Hängwände construirt werden. Der leitende Gedanke hierbei ist, daß man die Schwelle der Wand als den Tramen eines Hängwerks ansieht, dessen Hängsäulen die Pfette unterstützen, und die, zwischen den für das Hängwerk nöthigen Verbandstücken, bleibenden Räume durch Pfosten und Riegel von schwächerem Holze zweckmäßig ausgefüllt werden. Hiernach erscheint die ganze Construction als sehr einfach, und wenn nicht besondere Umstände, bestimmte Stellung von Thüröffnungen, oder die Bedingung, daß ein Theil der Wand zugleich massive Feuerwand sein, und daher gar kein Holz enthalten soll, eintreten, so ist die Construction in der That so einfach, daß die Fig. 1 und 2 **Taf. 15**, welche dergleichen Wände darstellen, und Fig. 2 zugleich die Anlage einer Thüröffnung in der Mitte der Wand zeigt, weiter keiner Erläuterung bedürfen.

Dergleichen Wände sind aber meistens Querscheidewände, d. h. solche, die senkrecht auf den Fronten stehen, und in diesen liegt eine Thüröffnung nur dann zweckmäßig in der Mitte, wenn die Zimmertiefe, oder hier die Länge der Wand, mindestens 20 Fuß beträgt; sonst wird die Thüröffnung gewöhnlich so angelegt, daß sie 3 — 4 Fuß von der Frontwand entfernt bleibt. In einem solchen Falle muß man von der symmetrischen Gestalt der Hängwände abgehen, und wenn auch, wie in Fig. 3 **Taf. 15**, die Thürpfosten noch als Hängsäulen auftreten, doch vielmehr die Wand als eine unverschiebliche Netzfläche darzustellen suchen, so daß dieselbe gewissermaßen als ein Brett von der Höhe der Wand erscheint, und daher als ein an beiden Enden aufliegender Balken angesehen werden kann, der Höhe genug hat, um sich, ohne sich durchzubiegen, frei zu tragen. Fig. 3 **Taf. 15** zeigt diesen Fall, wobei zugleich zwei dergleichen Wände, in zwei verschiedenen Etagen über einander stehend, und durch die zu beiden Seiten in der Mitte der Höhe liegenden doppelten Etagenbalken **AB**, zu einem Ganzen verbunden, große Steifigkeit bekommen. Das dargestellte Beispiel bezieht sich auf einen wirklich zur Ausführung gekommenen Fall, und ist aus dem Geyer'schen Werke entnommen. Da dergleichen Wände in den Fachen selten ausgemauert, sondern meistens hohl gelassen und nur auf beiden Seiten geputzt zu werden pflegen, so hat die unregelmäßige Gestalt der entstehenden Fache keinen Nachtheil, was allerdings der Fall sein würde, wenn sie mit Steinen ausgemauert werden sollten. Die mit **M, M** bezeichneten Hölzer dienen als Streben oder Spreitzen, und sind daher mit den Pfosten und Schwellen durch Versatzungen verbunden, während die mit **N, N** bezeichneten Verbandstücke als Zangen dienen, und deßhalb mit schwalbenschwanzförmigen Blättern in die mit ihnen verbundenen Hölzer eingelassen sind. Die Wand hat eine besondere Pfette **P**, und Schwelle **S**, die deßhalb angeordnet sind, um die Balken **CC** nicht zu schwächen, und die Arbeit bei dem Abbinden der Wand zu erleichtern, weil nun die schweren Balken dabei nicht mit „zugelegt" zu werden brauchen.

Soll zugleich ein Theil der Wand, etwa der rechts der Thür gelegene, massiv als Feuerwand construirt werden, und liegt die Thüröffnung in der Mitte, so ersetzt man wohl die eine der Hängstreben, wie Figur 4 **Taf. 15** zeigt, in der Ausmauerung durch einen einhüftigen Bogen von Backsteinen. Diese Construction hat indessen das Mißliche, daß sich der Bogen setzt, und zwar mehr, als die Strebe auf der andern Seite, was nachtheilige Vorschiebungen hervorbringt, und nur zu vermeiden sein wird, wenn man den Bogen mit möglichst engen Fugen und einem Mörtel wölbt, der beim Erhärten sein Volumen nicht verringert.

In einem solchen Falle wird aber die in Fig. 5 **Taf. 15** gezeichnete Anordnung, bei welcher die hölzernen Streben durch zwei doppelte eiserne Hängbänder ersetzt sind, und die Wand an ihre Pfette aufgehängt erscheint, zweckmäßig anzuwenden sein; denn man wird bei derselben von den Verbandstücken beliebig fortlassen können für die Feuerwand, wenn nur die Thürpfosten als Spreitzen zwischen Schwelle und Pfette der Wand bleiben. Die Construction selbst ist sehr einfach, und durch das in Fig. 6 gezeichnete Detail so erläutert, daß sie keiner Worte weiter bedarf. Bemerkt soll aber noch werden, daß diese Construction sehr geeignet ist, schon stehende, früher unterstützt gewesene Wände in Hängwände zu verwandeln, was mit weit weniger Umständen verbunden ist, als bei der gewöhnlichen Construction, indem bei jener Alles ungeändert bleibt, bei dieser aber alle Fache herausgeschlagen und alle Hölzer neu verbunden werden müssen. Außerdem setzt sich eine neu abgebundene Sprengwand, wie jedes Hängwerk, etwas, und wenn dies erst eintritt, nachdem die Wand geputzt ist, so entstehen sehr unangenehm ins Auge fallende Risse und Sprünge, die bei der in Fig. 5 dargestellten Construction nicht wohl entstehen können, weil die eisernen Hängbänder, einmal gespannt, nicht nachgeben. Die Stärke derselben läßt sich, wenn man die Last und das Eigengewicht der Wand kennt, leicht berechnen. Zu bemerken ist noch, daß die Schwelle nicht zwischen den Thürpfosten gestoßen sein darf.

B. Die Blockwand.

§. 12.

Die **Block- oder Schurzholzwand** ist nur in sehr holzreichen Gegenden, wie in Rußland, Polen, Gallizien, in der Schweiz, Tyrol ꝛc. gebräuchlich, auch haben die befestigten Blockhäuser der Russen in Sibirien, und die der Engländer in Canada Blockwände. Die Construction besteht darin, daß man die Schurzhölzer, d. i. auf allen vier, drei oder nur zwei Seiten ebengehauene Stämme, unmittelbar auf einander legt, bis die Höhe der Wand erreicht ist.

An den Ecken und überhaupt da, wo sich zwei solcher Wände kreuzen, geschieht die Verbindung entweder durch Verkämmung, Ueberblattung oder Verzinkung.

Die Verkämmung ist in Fig. 1 **Taf. 16** dargestellt, wobei jedes Holz vor dem Kamme einen Kopf behält, so daß sich die Wände über den Kreuzungspunkt hinaus beide noch fortsetzen. Die Tiefe jedes Kammes beträgt die Hälfte der Höhe des stehenbleibenden Holzstücks, so daß in Fig. 1 **A**, welche Figur die Verbindung in isometrischer Projection zeigt, $ab + cd = bc$ ist. Bei den Blockwänden der Schweizerhäuser sind die vorstehenden Hölzer sehr häufig

so gestaltet, daß sie consolartige Hervorragungen bilden, so daß die oberen Hölzer über die unteren hinausreichen. Der nächste Zweck dieser Anordnung ist, weitausladende Sparren oder Pfetten der Dächer zu unterstützen, Gallerien zu tragen ꝛc., und die Hölzer sind dann nach allerlei geschwungenen Linien ausgeschnitten, wie Fig. 4 bis 9 **Taf. 16**, einige Beispiele zeigen. Die Anordnung hat aber auch noch einen anderen Nutzen: jedes obere Holz schützt nämlich durch sein Hervorragen das zunächst darunter liegende Hirnende des nächstfolgenden gegen das Eindringen der Nässe, und wenn daher das oberste durch das Dach oder auf sonstige Weise geschützt ist, so sind alle geschützt. Die Russen kennen diese consolartigen Hervorragungen nicht, und es werden dort die dem Schlagregen ausgesetzten Hirnenden der Hölzer durch ein vorgenageltes Brett geschützt, was, wenn es verwittert ist, leicht durch ein neues ersetzt werden kann. Die vorstehenden Köpfe tragen übrigens zur Verankerung der Wände, mithin zur Festigkeit bei, nur erfordern sie noch etwas mehr Holz, und da bei dieser Art der Verkämmungen die Lagerfugen zweier Hölzer der einen Wand immer auf die Mitte eines Holzes der anderen treffen, so muß, wenn endlich beide Wände gleich hoch werden sollen, auf die eine entweder noch ein besonderes Holzstück aufgefüttert, oder das letzte um so viel höher genommen werden.

§. 13.

Bei der Ueberblattung, Fig. 2 **Taf. 15**, liegen immer die Hölzer einer Schicht in beiden ein Eck bildenden Wänden gleich hoch, und müssen daher auch von gleicher Höhe sein, was bei der Verkämmung nicht nöthig war. Die Ueberblattung wird sehr einfach, nach Fig. 2 A, dadurch gebildet, daß aus jedem Holze die halbe Holzstärke ausgeschnitten, die Verbindung dann aber durch einen starken Nagel von hartem Holze in senkrechter Richtung noch mehr befestigt wird. Ein Ueberstehen der Hölzer findet nicht statt, doch ist die Festigkeit hinreichend gesichert, und die freiliegenden Hirnflächen der Hölzer können durch vorgenagelte Bretter geschützt werden, die in der Ansicht dann eine Art Eckpfeiler bilden.

§. 14.

Die Verzinkung geschieht, nach Fig. 3 **Taf. 16**, dadurch, daß jedes Holzstück an seinem Ende einen nach beiden Seiten schwalbenschwanzförmig gestalteten Zinken erhält, der, wenn die Hölzer übereinander gelegt sind, jedes Holz am Ausweichen hindert. Auch hier findet kein Ueberstehen der Hölzer am Eck statt, wie bei der Ueberblattung. Die beiden letzten Verbindungsarten erspaaren an Holz, rauben aber der Construction auch alles charakteris[illegible] der äußeren Erscheinung.

§. 15.

Die Fenster- und Thüröffnungen in diesen Wänden werden auf die Art hergestellt, daß die Thür und Fensterpfosten auf eines der Schurzhölzer, welches die Schwelle oder den Brustriegel bildet, eingezapft, und durch dieselbe Verbindung mit einem andern, was als Thür- oder Fensterriegel auftritt, verbunden werden. Sie sind seitwärts mit Nuthen versehen, in welche die auf die Fenster- oder Thürhöhe treffenden Schurzhölzer mit Zapfen, die eine fortlaufende Feder bilden, eingreifen, wie dies in Fig. 1 und 2 **Taf. 16** dargestellt ist.

Da die Schurzhölzer, ihrer Länge nach, ohne weitere Verbindung, nur durch ihr Gewicht gedrückt, aufeinander liegen, wodurch bei größerer Länge derselben ein Verbiegen einzelner Hölzer möglich wird, so werden sie in Rußland, auf alle 6 Fuß etwa, mit einander verdübelt, wie solches in Fig. 2 bei a a angedeutet ist. Alle diese Blockwände werden durch das Eintrocknen und Schwinden des Holzes immer niedriger, und wenn dies auch unter der Voraussetzung, daß es bei allen Wänden eines Hauses gleichmäßig eintritt, der Construction selbst gerade keinen Nachtheil bringt, so hat die dabei stattfindende Bewegung doch das Uebele, daß auf dergleichen Wänden kein Verputz (Bestich, Verblendung) angebracht werden kann. Um nun die Wände aber doch dicht zu bekommen, werden die Lagerfugen entweder mit Moos ausgelegt, oder wie es in Rußland gebräuchlich ist, kalfatert *), indem aus Werg lose gedrehete Seile mit einem stumpfen Stemmeisen und dem Schlägel in die Fugen getrieben werden. Die Außenflächen der Wände werden dann gewöhnlich mit Brettern vertäfert, und innerhalb wird, wenn man ein besseres Ansehen verlangt, tapezirt **).

C. Die Dielen und Bretterwand.

§. 16.

Den Blockwänden schließen sich zunächst die Dielen- oder Bohlenwände an, die fast eben so wenig wie jene im Gebrauche sind, doch aber noch bei Gefängnißbauten und — bei Schweineställen hie und da zur Anwendung kommen. Solche Wände haben, nach Fig. 1, 2 und 3 **Taf. 17**, eine Schwelle, eine Pfette oder ein Rahmstück,

---

*) Die Leute, die sich ausschließlich damit beschäftigen, heißen Kalapatschiki, und erhalten ihre Bezahlung nach dem Gewicht des in die Fugen getriebenen Wergs.

**) Es fällt gewiß jedem Fremden auf, daß die Zimmerwände in ganz geringen Bauernhäusern in der Umgegend von St. Petersburg, so oft tapezirt sind; allein der Grund dafür liegt in dem oben erwähnten Umstande, daß die Bewegung in ein Putzen ꝛc. nicht zuläßt.

Eck-, Bund-, Thür-, Fenster- und Zwischenpfosten, wie die Riegelwände, nur fehlen die Büge oder Streben und die Wandriegel. Alle Pfosten haben an der ihrem Nachbar zugekehrten Seite, ihrer Länge nach, Nuthen in welche Dielen in horizontaler Lage eingeschoben werden, die so die Fache der Wand ausfüllen. Die Eckpfosten sind auf zwei, die Bundpfosten auf drei Seiten genuthet, und die Zwischenpfosten werden in solchen Entfernungen von einander gestellt, daß die eingeschobenen Dielen sich nicht biegen, so daß die Weite zwischen den Pfosten von der Stärke der Dielen abhängt. Letztere kann bis auf 5 und 7 Zoll steigen bei 6—8 Fuß entfernten Zwischenpfosten, so daß dann wieder Blockwände entstehen. In diesem Falle greifen die Dielen oder (wie sie nun wohl genannt werden) Füllhölzer nicht mit ihrer ganzen Stärke, wie die schwächeren Dielen, sondern mit Zapfen so in die Nuthen der Pfosten, daß sie auf einer Seite mit diesen bündig liegen.

Da bei diesen Wänden die Pfetten oder Rahmstücke durch die Pfosten unterstützt werden, so nehmen diese an dem allgemeinen Setzen der aufeinander liegenden Hölzer, in Folge des Zusammentrocknens, nicht Theil, und es wird daher zwischen ihnen und den obersten Füllhölzern ein Zwischenraum entstehen, den man auf verschiedene Art zwar immer wieder ausfüllen kann, am besten aber durch ein von außen oder innen davor genageltes Brett, **A** Fig. 1 **Taf. 17**, verschließt. Die Wände werden auf dieselbe Art wie die Blockwände gedichtet, die Dielen pflegt man zu fugen und eine Lage Moos oder Werg in die Fugen zu legen.

§. 17.

In Rußland hat man in neuerer Zeit bei besseren Gebäuden, um das Schwinden des Holzes unschädlich zu machen, und die Wände innerhalb putzen zu können, eine Art von Spundwänden (wovon weiterhin mehr), oder Bohlenwände mit aufrechtstehenden Füllhölzern construirt, wie eine solche in Fig. 4 **Taf. 17** abgebildet ist. Die Eck-, Bund- und Fensterpfosten werden wie bei der Riegelwand angeordnet, der Raum dazwischen aber mit senkrecht stehendem verspundetem Balkenholze ausgefüllt. Die Verspundung zeigt der horizontale Durchschnitt, Fig. 4 **A**. Schwelle und Pfette haben eine durchlaufende Nuth, in welche die Füllhölzer mit Zapfen eingreifen, wie dies der vertikale Durchschnitt, Fig. 4 **B**, zeigt. Alle Fugen dieser Wände werden auf die früher angegebene Art kalfatert, und außerhalb mit horizontal liegenden Brettern vertäfert, innerhalb der Gebäude aber meistens geputzt. Die hierbei befolgte Methode des Putzens ist in der Umgegend von St. Petersburg folgende. Unmittelbar auf die (Umfangs-) Wand wird ein aus Kuhhaaren bereitetes, fast fingerdickes filzartiges Tuch, Woilock genannt, genagelt, um die Kälte abzuhalten; auf diesem wird eine doppelte Schicht ganz dünner, etwa 1½ —2 Zoll breiter, möglichst langer, gerissener Spähne von Tannenholz so durch Nägel befestigt, daß sie mit der Vertikalen Winkel von etwa 60 oder 45 Graden bilden, und beide Lagen in entgegengesetzter Richtung laufen. Auf diese „Bespriegelung“ wird dann der aus Gipsmörtel bestehende Bewurf gebracht.

Bei den Wänden mit liegenden Hölzern ist eine Verschiebung der Wände in sich nicht wohl zu befürchten; anders ist es aber bei den eben beschriebenen mit stehenden Hölzern, besonders dann, wenn die Wände hoch sind. Da sich nun gewöhnliche Büge oder Strebebänder nicht wohl anbringen lassen, so werden meistens ein Paar Stangen Flacheisen, a Fig. 1, circa 1½ — 2 Zoll breit, 0,5 Zoll stark, in schräger Richtung in die Füllhölzer eingelassen, und an diesen, sowie an der Schwelle und Pfette durch lange Nägel befestigt.

§. 18.

Die Bretterwand wird nur als leichte Scheidewand gebraucht, und besteht, in der Bedeutung, wie wir sie hier auffassen, aus einer doppelten Bretterlage, denn eine nur eine Bretterdicke starke Wand gehört zu den Verbretterungen, von denen im neunten Kapitel die Rede sein wird. Gemeiniglich hat eine solche Wand keine directe Unterstützung, indem man sie an der Stelle wo man sie gerade braucht, unmittelbar und ohne weitere Vorbereitung zwischen Decke und Fußboden eines Raumes errichtet. Die Construction einer solchen ist, nach Fig. 5 **Taf. 17**, sehr einfach: die beiden Bretterlagen werden so über einander gelegt, daß bei der einen die Fugen in vertikaler Richtung, auf der andern schräg, nach der Mitte hin aufsteigend, gerichtet sind, worauf beide durch eine hinlängliche Anzahl umgenietheter eiserner Nägel mit einander verbunden werden. Soll die Wand eine Thür bekommen (Fenster kommen nicht vor), so wird die Oeffnung dafür in der Wand ausgespaart, mit einer Zarge eingefaßt, und auf beiden Seiten mit sogenannten Thürverkleidungen oder Einfassungen versehen.

Gewöhnlich bleiben die Bretter rauh, d. h. unbehobelt, und die Wandfläche wird gerohrt und geputzt; die Fugen sind gefugt. Soll der Putz einer solchen Wand keine Risse und Sprünge bekommen, so müssen die Rohrhalme die Adern des Holzes rechtwinklig kreuzen, und noch sicherer ist es, die Flächen doppelt zu rohren.

Die Befestigung an Decke und Fußboden geschieht sehr einfach durch Latten, die an diesen und der Wand durch Nägel befestigt, in den Thüröffnungen aber ausgeschnitten werden.

§. 19.

Zu Raumabtheilungen in Kellern und auf Dachböden ꝛc. wendet man häufig aus Latten construirte Wände an. Das Gerippe derselben wird aus schwachem Holze (Rahmschenkeln), 2½—3 Zoll in □ stark, construirt und besteht, wie eine Riegelwand, aus Schwelle, Pfette, Pfosten, Bügen und Riegeln. Die Pfosten stehen in Entfernungen von etwa 6 Fuß, und die Büge und Riegel werden so angeordnet, daß die in vertikaler Stellung, und mit Zwischenräumen von 1—3 Zoll, dagegen gelegten Latten alle 3—4 Fuß einen Nagel bekommen können. Das Wandgerippe muß so abgebunden werden, daß es, wenn auch die Hölzer verschiedene Stärken haben, doch eine Bundseite bekommt, auf welcher dann die Latten befestigt werden.

§. 20.

Erwähnen müssen wir hier auch noch derjenigen Wände, die als Einfriedigungen offener Räume gebraucht werden.

Eine Planke (Bretterzaun) besteht aus einem Gerippe von in die Erde gegrabenen Pfosten und Riegeln; letztere in zwei Reihen übereinander, die unterste etwa 1 Fuß über der Erde, die oberste eben so weit von den Köpfen der Pfosten entfernt. Auf der Bundseite werden die Bretter, die gespundet oder auch nur gefugt, glatt behobelt, oder rauh sein können, in vertikaler Stellung durch eiserne Nägel befestigt und so die Planke, wie sie in Fig. 6 **Taf. 17** dargestellt ist, vollendet.

Die Pfosten, 5—7 Zoll stark bleiben, so weit sie in die Erde kommen, rund, wenn sie aus einstämmigem Holze bestehen, und werden gewöhnlich, um das rasche Verfaulen zu hindern, an der Oberfläche etwas verkohlt. Wenn man fetten Lehm (Letten) haben kann, so muß man mit diesem Material in einer Entfernung von 1 Fuß die Pfosten fest umstampfen, was ein sehr einfaches und doch wirksames Mittel gegen das rasche Verfaulen ist. Ein Tränken mit Steinkohlentheer ist nur dann anwendbar, wenn das Holz der Pfosten vorher durchaus ausgetrocknet war. Ueber der Erde brauchen die Pfosten nur an der Bundseite „bebeilt" zu werden, und können übrigens rund bleiben; ebenso die Riegel, doch müssen letztere auf ihrer oberen Seite so gestaltet sein, daß das Wasser leicht ablaufen kann. Desselben Zwecks wegen werden die Köpfe der Pfosten schräg abgeschnitten und, um das Eindringen der Nässe hier noch besser zu verhüten, wohl mit einem an allen Seiten etwas überstehenden Brette bedeckt. Um die aufwärts gerichteten Hirnenden der Bretter gegen die Nässe zu schützen, bedeckt man sie mit einer „abgewässerten", d. h. dachförmig behobelten, Leiste, zu deren Befestigung eine Latte, a Fig. 6 **Taf. 17**, in horizontaler Lage zunächst dem Ende der Bretter festgenagelt wird. Damit der Regen leicht ablaufe, muß man alles Holzwerk, mit Ausnahme der etwa rund gelassenen, jedenfalls aber von der Rinde befreiten Pfosten, glatt hobeln.

Wenn die Bretter bis nahe, oder ganz bis auf den Erdboden hinabreichen müssen, so leiden sie sehr durch das sogenannte Spritzwasser, und wenn in Folge dessen ein Verfaulen eintritt, so ergreift dies alle Bretter an ihrem untern Ende, während das obere vielleicht noch längere Zeit brauchbar bleibt. Ein „Anschiften" aller einzelnen Bretter ist aber sehr beschwerlich, und so bleibt gewöhnlich nichts Anderes übrig, als alle Bretter zu erneuern. Sind dergleichen Verhältnisse daher vorauszusehen, so ist es besser die Bretter in horizontaler Lage, und etwas übereinander greifend, an die Pfosten zu nageln, wie dies in Fig. 7 **Taf. 17** gezeichnet ist. Hierbei müssen natürlich die Entfernungen der Pfosten von einander mit der Länge der vorhandenen Bretter in Uebereinstimmung stehen, so daß der Stoß zweier Bretter immer auf der Mitte eines Pfostens stattfinden kann. Die Riegel können jetzt fortbleiben, wenn man, außer der eben erwähnten Rücksicht, die Zwischenweiten der Pfosten so anordnet, daß die Bretter so oft genagelt werden können, daß sie sich nicht nachtheilig durchbiegen.

Behält man das zuerst beschriebene Holzgerippe bei, und bekleidet dasselbe, statt mit Brettern mit Latten in senkrechter Richtung, und mit größeren oder kleineren Zwischenräumen, so hat man den sogenannten Lattenzaun, wie er häufig angewendet wird.

Sollen dergleichen Zäune auf den Grenzen nachbarlicher Grundstücke errichtet werden, so ist es gebräuchlich, die Bundseite immer dem Nachbar zuzuwenden, und bei entstehenden Streitigkeiten über das Eigenthumsrecht alter Zäune, pflegt man an vielen Orten hiernach zu entscheiden, wenn keine anderen Beweismittel aufzutreiben sind.

D. Die Spundwand.

§. 21.

Die Spundwände gehören eigentlich ganz in das Bereich des Brücken- und Wasserbaues, doch können sie auch bei Gründungsarbeiten für Hochbauten Anwendung finden, so daß wir wenigstens ihre Construction im Allgemeinen hier besprechen müssen, wenn wir auch nicht näher auf die Anwendung derselben eingehen können.

Der Zweck solcher Wände ist, das Durchströmen des Wassers zu verhindern, Wasserdichtigkeit im gewöhnlichen Sinne gewähren sie nicht. Oft sollen sie aber auch nur eine feste Umschließung bilden, um weichen moorigen Boden gegen das seitwärtige Ausweichen unter einer vertikal wirkenden Last zu schützen. Hiernach richtet sich die

Construction der Wand, und man unterscheidet in dieser Beziehung eigentliche Spund- und Pfahlwände.

Beide bestehen aus in den Boden eingerammten Pfählen, die bei den Spundwänden mit einer Spundung gegenseitig in einander eingreifen, bei den Pfahlwänden aber ohne diese nur möglichst dicht aneinander schließen.

§. 22.

Die Pfähle müssen viereckig beschlagen werden, und man sucht möglichst breite Pfähle aus den Stämmen zu gewinnen. Recht geradwüchsiges Holz ist nothwendig, und deßhalb kommen fast nur allein die Nadelhölzer zur Anwendung. Besonders trockenes Holz gewährt keine Vortheile, ist vielmehr wegen des Quellens im Wasser oder feuchten Grunde, hinderlich.

Die Stärke der Spundpfähle schwankt zwischen 4 und 8—9 Zoll. Bis zu 4zölligen Pfählen, oder bei noch schwächeren Dielen, wendet man die sogenannte Keilspundung, Fig. 13 **Taf. 8**, an; bei stärkerem Holze aber die Quadratspundung, Fig. 12 derselben Tafel. Die Bearbeitung muß möglichst genau geschehen, und wenn sie mittelst der Querart oder des Stemmeisens (Stechbeutels) geschehen ist, mit dem Hobel nachgeputzt werden. Jeder Pfahl erhält, nach Fig. 3 **Taf. 18**, an der einen Seite eine Nuth, an der andern eine Feder, und wird nicht zugespitzt, sondern meißelförmig zugeschärft. Letzteres darf aber nicht aufs Gerathewohl an den einzelnen Pfählen geschehen sondern so, daß die Schneiden aller zu einer Wand gehörigen Pfähle, eine gerade Linie bilden. Zu dem Zwecke werden die, bis so weit fertigen, Pfähle in horizontaler oder etwas mit dem oberen Ende aufwärts gerichteter Lage, auf dem Arbeitsplatze dicht zusammengeschoben, in Zwingen befestigt, und dann auf der Mitte der Stärke mit einem Schnurschlag versehen, nach welchem die Zuschärfung an den einzelnen Pfählen bearbeitet wird. Vorher, und ehe sie aus der Zwinge genommen werden, bezeichnet man die Pfähle mit Nummern, und nach diesen müssen sie eingerammt werden.

§. 23.

Das Einschlagen der Spundfläche ist die schwierigste aller Rammarbeiten, erfordert große Aufmerksamkeit, und wird sehr theuer, weßhalb man vorher immer reiflich überlegen muß, ob der beabsichtigte Zweck durch eine Spundwand auch erreicht wird *). Der Grund muß durchaus frei von größeren Steinen, Wurzeln, Holzstücken 2c. sein, und in dieser Beziehung oft Fuß für Fuß untersucht, und von dergleichen Gegenständen befreit werden, wenn die Arbeit gelingen soll. Das Einrammen der Spundpfähle kann nicht einzeln geschehen, sondern es muß die ganze Wand gesetzt, und dann erst müssen die Pfähle nach der Reihe eingeschlagen werden, und zwar nicht auf einmal zu ihrer ganzen Tiefe, sondern nur nach und nach, wie sie gerade leicht eindringen („ziehen"). Die Ramme muß daher öfters versetzt werden, weßhalb die sogenannten „Lauframmen" vor den „Kunstrammen", des leichteren „Verfahrens" wegen, den Vorzug verdienen. Die Hauptsache ist, die Wand schließend und in der vorgeschriebenen Richtung einzurammen, weßhalb, nach Fig. 1 **Taf. 18**, „Zwingen", d. i. Balken angeordnet werden zwischen welchen die Pfähle stehen. Sind diese lang, so wird außen der dicht über dem Boden angebrachten Zwinge, noch eine an den Pfählen selbst angebracht, wie dies in Fig. 2 **Taf. 18** gezeichnet ist.

*) Man sehe darüber Hagen Handbuch der Wasserbaukunst I. Theil.

§. 24.

Bei unreinem Grunde werden die Spundpfähle zuweilen mit eisernen Schuhen beschlagen, doch leisten diese Schuhe sehr oft die erwarteten Dienste nicht. In Bezug auf die Stellung einer Spundwand soll hier nur noch bemerkt werden, daß sie, wenn sie nicht etwa nur vorübergehend Dienste leisten soll, mit ihrer oberen Begrenzung immer unter dem niedrigsten Stande des Grundwassers bleiben muß, damit sie dem wechselnden Naß- und Trockenwerden entzogen wird.

Als obere Begrenzung wird die Spundwand, statt der Pfette, mit einem sogenannten Holme versehen, der an der Unterfläche eine fortlaufende Nuth hat, in welche die Spundpfähle mit Zapfen greifen. Die Befestigung geschieht durch dreispitzige Klammern, die mit einer Spitze in den Holm und mit den beiden andern in zwei Spundpfähle greifen. Besteht die Wand aus Spundbohlen von weniger als 4 Zoll Stärke, so wird der in den Holm greifende, fortlaufende Zapfen zu schwach, und es wird dann wohl statt des Holms eine Zange, welche die Bohlen umschließt und zusammengebolzt ist, angebracht. Daß übrigens die Zapfen, überhaupt die regelmäßigen oberen Begrenzungen der Pfähle, erst hergestellt werden können, wenn dieselben vollständig eingerammt sind, versteht sich von selbst. Ein Mehreres hier über die, im Hochbauwesen im Ganzen selten vorkommenden, Spundwände anzuführen, verbietet uns der Raum; doch kommen wir im dritten Theile unseres Werks, wo von den Fundirungen im Allgemeinen die Rede sein wird, nochmals darauf zurück.

Fünftes Kapitel.

Die Balkenlagen.

§. 1.

Unter dieser Ueberschrift greifen wir alle die Constructionen zusammen, welche die Bildung einer wagrechten Fläche zum Zweck haben, und meistens zum Tragen gewisser Lasten bestimmt sind. Es gehören also die Roste (bei Fundationen), und die Zwischendecken in Gebäuden, so wie die offenen Balkenlagen, die keine geschlossenen Decken bilden, hierher.

§. 2.

Unter Balken versteht man im Allgemeinen ein an seinen beiden Enden, und auch wohl noch an einzelnen Punkten dazwischen, unterstütztes wagerecht liegendes Holz, was bestimmt ist, mittelst seiner relativen Festigkeit, entweder nur seine eigene, oder auch noch eine fremde Last zu tragen; und mehrere in eine Ebene gelegte Balken nennt man eine Balkenlage oder ein Gebälk. Bei Hochgebäuden unterscheidet man Zwischengebälke, die zur Bildung der Decke eines unteren und des Fußbodens eines oberen Stockwerks dienen; Dachgebälke, die die Decke des obersten Stockwerks bilden, und zur Aufstellung des Dachgerüstes dienen; und Kehlgebälke, oder solche, die über dem Dachgebälke in der Höhe des Daches selbst angebracht, oft wesentliche Theile des Dachgerüstes sind.

Je nach der Stelle, welche die einzelnen Balken in einer Balkenlage einnehmen, und nach dem speziellen Zwecke dem sie dienen, hat man ihnen besondere Namen beigelegt, zu deren Erklärung Fig. 4. **Taf. 18** eine Balkenlage darstellen mag.

1) Ganze Balken a, a sind solche, die in einem Stück durch die ganze Balkenlage reichen, daher nicht gestoßen sind, und mit ihren beiden Enden auf den Umfangsmauern- oder Wänden ein Auflager finden.

2) Stichbalken b, b entstehen, wenn die Balken nur mit einem ihrer Enden anf einer Mauer oder Wand ruhen, und mit dem anderen in ein anderes Holz der Balkenlage eingezapft sind.

3) Wechsel (Trumpf- oder Schlüsselbalken) d, d sind solche Hölzer, die mit beiden Enden in andere Balken eingezapft sind, und einen Wechsel zwischen Wechseln, wie e Fig. 4, nennt man ins besondere ein Balkenstück.

4) Gratbalken f, f sind solche, die auf die Umfangswände nicht senkrecht, sondern in schräger, diagonaler Richtung treffen. Entweder nehmen sie, wie f', andere Balken als Stichbalken auf, oder sind selbst Stichbalken, wie f, und heißen dann Gratstichbalken.

5) Bundbalken g dienen einer darunterstehenden Wand zugleich als Pfette, und oft auch einer darüberstehenden als Schwelle.

6) Streichbalken h, h nennt man die, welche dicht neben einer, durch die Balkenlage hindurch reichenden, Scheidemauer liegen, zum Theil oft auf den Absätzen derselben.

7) Wandbalken i liegen auf einer unter der Balkenlage endigenden Scheidemauer.

8) Giebelbalken k nennt man die äußersten oder letzten einer Balkenlage. Bei hölzernen Giebelwänden liegt der Giebelbalken als Bundbalken in der Giebelwand selbst, und wird dann gern von Eichenholz genommen; bei Giebelmauern, als Streichbalken dicht an der Mauer oder zum Theil auf derselben, und heißt dann Ortbalken. Gehört der Giebelbalken zum Dachgebälk, so heißt er Dachgiebelbalken.

9) Dachbinderbalken oder auch bloß Binderbalken heißen diejenigen Balken im Dachgebälk, auf denen die Querverbindungen zum Tragen des Dachgerüstes angeordnet sind.

Dieselben Benennungen kommen, unter denselben Bedingungen, auch im Kehlgebälk vor, und man hat Gratkehlbalken, Gratkehlstichbalken, Kehlstichbalken, Kehldachbinderbalken &c.

Zu den Balkenlagen gehören ferner, wenn sie auch mit den übrigen Balken nicht in derselben Ebene liegen,

10) Die Mauerlatten m, m, Fig. 4 **Taf. 18**, schwache Hölzer, die unmittelbar auf den Umfangsmauern liegen, und auf welchen die Balken ihr Endauflager finden.

11) Die Unterzüge l, l. Dies sind starke Hölzer, die unter den Balken liegen, und diese an gewissen Punkten zwischen ihren Enden unterstützen. Die Unterzüge sind, wie die Balken selbst, entweder nur an ihren Enden, oder nach Erforderniß auch noch an einzelnen Punkten dazwischen unterstützt, und wirken ebenfalls mit ihrer relativen Festigkeit.

12) Liegt das zur Unterstützung der Balken dienende Holz nicht unter denselben, sondern unmittelbar darüber, so daß die Balken mit Schraubenbolzen an dasselbe angehängt sind, so nimmt es den Namen Träger an. Fig. 5 **Taf. 18** zeigt einen solchen mit den Balken im Querschnitt.

§. 3.

Da die Balken mit relativer Festigkeit wirken, so hat die Art der Belastung und die der Auflager der Enden nicht unbedeutenden Einfluß. Die Belastung kann an einzelnen Punkten conzentrirt, oder über die ganze Länge des Balkens gleichförmig vertheilt sein. Das eigene Gewicht, zuweilen die einzige Last, ist immer eine Belastung dieser letzten Art. Aus der Statik wissen wir, daß eine gleichförmig vertheilte Last so angesehen werden kann, als ob die Hälfte derselben in der Mitte der Länge des an beiden Enden aufliegenden Balkens wirkte, der Balken selbst aber gewichtslos wäre.

Was die Art der Befestigung der Balkenenden betrifft, wodurch die Tragfähigkeit modificirt wird, so haben wir vier Fälle zu unterscheiden:

1) Der Balken ist an einem Ende fest eingespannt, und die Last wirkt am andern freien Ende, Fig. 6 **Taf. 18.**

2) Der Balken liegt mit beiden Enden frei auf, und die Last wirkt an einem gegebenen Punkte zwischen diesen, Fig. 7.

3) Der Balken ist an einem Ende fest eingespannt und liegt am andern frei auf, während die Last wie vorhin angebracht ist, Fig. 8.

4) Der Balken ist an beiden Enden fest eingespannt, und die Last wirkt wie vorhin, Fig. 9.

Im Allgemeinen verhält sich die relative Festigkeit eines prismatischen, rechtwinkligen Balkens, direct wie die Breite desselben, und wie das Quadrat der Höhe, indirect aber wie die Länge. Bezeichnen wir daher Breite, Höhe und Länge beziehlig mit b, h und l, so ist der Ausdruck für die relative Festigkeit $\frac{b\,h^2}{l}$. Kennt man nun die Größe der relativen Festigkeit eines Balkens von bekannten Dimensionen aus Versuchen, so kann man schließen, daß die Festigkeiten aller übrigen Balken aus demselben Material, sich zu der gefundenen verhalten, wie solches obige Formel ausdrückt. Hieraus erhält man einen (für jedes Material einen besondern) constanten Factor, mit dem obiger Ausdruck multiplicirt werden muß. Diesen Factor nennt man den Versuchscoefizienten, und wir wollen ihn durch n bezeichnen. Wird ferner die Belastung des Balkens durch **P** und das Gewicht eines Stücks desselben, von den Abmessungen b, h und l gleich 1, durch q ausgedrückt, so haben wir für die obigen vier verschiedenen Fälle der Befestigung, und unter der Voraussetzung, daß in den drei letzten Fällen **P** in der Mitte angebracht ist, die folgenden vier Formeln:

ad. 1. $$P = n\,\frac{b\,h^2}{l} - \tfrac{1}{2}\,b\,h\,l\,q,$$

ad. 2. $$P = 4n\,\frac{b\,h^2}{l} - \tfrac{1}{2}\,b\,h\,l\,q,$$

ad. 3. $$P = 6n\,\frac{b\,h^2}{l} - \tfrac{1}{2}\,b\,h\,l\,q,$$

ad. 4. $$P = 8n\,\frac{b\,h^2}{l} - \tfrac{1}{2}\,b\,h\,l\,q.$$

Bedeuten, wie in §. 5 des dritten Kapitels, in diesen Formeln l Fuße, b und h Zolle, p und q Pfunde, württ. Maaß und Gewicht, so ist

für Eichenholz $n = 24$; $q = 0{,}35$ und
„ Tannenholz $n = 21$; $q = 0{,}29$,

bei welchen Zahlen auf längere Dauer Rücksicht genommen ist.

§. 4.

Kennt man daher die Belastung eines Balkens, so lassen sich hiernach seine Abmessungen, wenigstens annähernd genau genug, bestimmen; aber gerade die Kenntniß der Belastung ist in vielen Fällen schwer zu erlangen.

Bilden die Balken eine geschlossene Balkenlage mit festem Fußboden, auf welchem irgend eine Last gleichförmig vertheilt ist, liegen die Balken alle gleich weit von Mitte zu Mitte von einander entfernt, und wird diese Entfernung in Fußen ausgedrückt, durch **a**, die Belastung pr. Quadratfuß aber durch **p** bezeichnet, so trägt jeder Balken außer seinem, ebenfalls gleichförmig vertheilten, eigenen Gewichte, eine gleichförmige Belastung von $2\,P = a\,.\,l\,.\,p$ Pfunden. Hieraus folgt, daß schwächere Balken näher zusammengerückt, stärkere aber weiter aus einander gelegt werden können, um ein und dieselbe Last zu tragen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Abmessungen für Balken von 9 bis 30 Fuß Länge, an beiden Enden frei aufliegend (Fig. 7 **Taf. 18**), für drei verschiedene Belastungen und vier verschiedene Entfernungen der Mitten von einander, in Fußen ausgedrückt, berechnet. Die vierte Entfernung der Balkenmitten von einander ist gleich der Breite der Balken angenommen, d. h. die Balken liegen ohne alle Zwischenräume dicht neben einander, oder bilden ein sogenanntes Dübelgebälk.

Bei Berechnung der Tabelle ist auf das eigene Gewicht der Balken keine Rücksicht, dafür aber 16fache Sicherheit genommen, d. h. die Balken würden erst bei einer 16fachen Belastung brechen; bei dem Dübelgebälk ist die Verbindung durch die Verdübelung ebenfalls außer Betracht gelassen.

Tabelle
zur Bestimmung der Balkenstärken.

Länge, auf welche die Balken frei liegen.	h Höhe, b Breite.	Die Belastung pr. □' beträgt:																							
		45 ℔		65 ℔		90 ℔		45 ℔		65 ℔		90 ℔		45 ℔		65 ℔		90 ℔		45 ℔		65 ℔		90 ℔.	
		Die Entfernung der Balken von Mitte zu Mitte ist gleich																							
		2'						3'						4'						der Breite der Balken.					
		Tannen.	Eichen.	Tannen.	Eichen.	Tannen.	Eichen.	Tannen.	Eichen.	Tannen.	Eichen.	Tannen.	Eichen.	Tannen.	Eichen.	Tannen.	Eichen.	Tannen.	Eichen.	Tannen.	Eichen.	Tannen.	Eichen.	Tannen.	Eichen.
9'	h	4,6	4,4	5,2	5,0	5,8	5,5	5,3	5,0	6,0	5,6	6,7	6,3	5,8	5,5	6,5	6,2	7,3	6,9	1,9	1,7	2,1	1,9	2,4	2,2
	b	3,3	3,1	4,1	3,6	4,1	3,9	3,8	3,6	4,3	4,0	4,8	4,5	4,1	3,9	4,6	4,4	5,2	4,9						
12'	h	5,6	5,3	6,3	6,0	7,1	6,7	6,4	6,1	7,2	6,9	8,1	7,7	7,1	6,7	8,0	7,6	8,9	8,4	2,5	2,3	2,8	2,6	3,1	2,9
	b	4,0	3,8	4,5	4,3	5,1	4,8	4,6	4,3	5,1	4,9	5,8	5,5	5,1	4,8	5,7	5,1	6,4	6,0						
15'	h	6,5	6,1	7,3	6,9	8,2	7,7	7,4	7,0	8,4	7,9	9,3	8,8	8,2	7,7	9,3	8,7	10,3	9,7	3,1	2,8	3,5	3,2	3,9	3,5
	b	4,6	4,3	5,2	4,9	5,9	5,5	5,3	5,0	6,0	5,6	6,6	6,3	5,9	5,5	6,6	6,2	7,3	6,9						
18'	h	7,3	6,9	8,2	7,8	9,2	8,7	8,4	8,0	9,5	9,0	10,6	10,1	9,2	8,7	10,4	9,8	11,6	11,0	3,7	3,4	4,2	3,8	4,6	4,2
	b	5,2	4,9	5,9	5,6	6,6	6,2	6,0	5,7	6,8	6,4	7,6	7,2	6,6	6,2	7,4	7,0	8,3	7,9						
21'	h	8,1	7,7	9,1	8,7	10,2	9,7	9,3	8,8	10,5	9,9	11,7	11,1	10,2	9,7	11,5	10,9	12,8	12,2	4,3	4,0	4,8	4,5	5,4	5,0
	b	5,8	5,5	6,5	6,2	7,3	6,9	6,6	6,3	7,5	7,1	8,4	7,9	7,3	6,9	8,2	7,8	9,1	8,6						
24'	h	8,8	8,4	9,9	9,5	11,1	10,6	10,1	9,6	11,4	10,8	12,7	12,1	11,1	10,6	12,5	12,0	14,0	13,4	5,0	4,6	5,6	5,2	6,3	5,8
	b	6,3	6,0	7,1	6,8	7,9	7,6	7,2	6,7	8,1	7,7	9,1	8,6	7,9	7,6	8,9	8,6	10,0	9,6						
27'	h	9,6	9,1	10,8	10,3	12,1	11,5	10,9	10,4	12,3	11,7	13,7	13,1	12,1	11,5	13,7	13,0	15,2	14,5	5,6	5,2	6,3	5,9	7,0	6,5
	b	6,8	6,5	7,7	7,3	8,6	8,2	7,8	7,4	8,8	8,4	9,8	9,4	8,6	8,2	9,8	9,3	10,8	10,3						
30'	h	10,3	9,7	11,6	11,0	13,0	12,2	11,7	11,2	13,2	12,7	14,7	14,1	13,0	12,2	14,7	13,8	16,4	15,4	6,2	5,7	7,0	6,4	7,8	7,2
	b	7,3	6,9	8,3	7,8	9,3	8,7	8,4	8,0	9,4	9,1	10,5	10,1	9,3	8,7	10,5	10,0	11,7	11,0						

§. 5.

In vielen Fällen ist aber die Belastung eines Fußbodens fast gar nicht zu ermitteln, z. B. bei unseren Wohnhäusern. Hierbei kommt es überhaupt auch noch darauf an, daß sich die Balken unter ihrer Last nicht biegen, damit die unter denselben angebrachten Gipsdecken keine Risse und Sprünge bekommen. In solchen Fällen kann nur die Erfahrung Anhaltspunkte gewähren, und wir wollen daher einige dieser in Berathung ziehen.

Nach Hoffmann's Angaben (s. dessen Hauszimmermannskunst) gelten folgende Erfahrungsregeln:

1) Ein Balken erhält sich ohne zu schwanken, wenn er ½ Fuß breit, ⅔ Fuß hoch ist, und auf 12 Fuß weit frei liegt, wenn die Enfernung der Balken von Mitte zu Mitte 3½ Fuß beträgt. Dabei ist angenommen, die Balkenlage trägt eine Gipsdecke, eine Einschubdecke oder einen halben Windelboden, und einen Fußboden von ⅛ Fuß dicken Brettern, ist aber außerdem nun einer Belastung durch die gewöhnlichen Hausgeräthe und die Bewohner ausgesetzt.

2) Bei derselben Belastung kann man Balken, von 1 Fuß Breite und Höhe, auf 24 Fuß freie Länge, 3 Fuß von Mitte zu Mitte aus einander legen.

Bezeichnet man das Gewicht eines Cubicfußes Holz mit γ, so wiegt der erste Balken $\frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot 12 \cdot \gamma = 4\gamma$ und
„ zweite „ $1 \cdot 1 \cdot 24 \cdot \gamma = 24\gamma$.

Nennt man ferner die Belastung pr. Quadratfuß der Balkenlage y, so beträgt die gleichmäßig vertheilte Belastung für den ersten Balken $3\frac{1}{2} \cdot 12 \cdot y = 42\,y$ und
„ „ zweiten „ $3 \cdot 24 \cdot y = 72\,y$.

Die Größen der relativen Festigkeiten dieser beiden Balken verhalten sich daher zu einander wie

$$\frac{\frac{1}{2} \cdot (\frac{2}{3})^2}{12} : \frac{1 \cdot 1^2}{24}$$

$$= (\tfrac{2}{3})^2 : 1 = \tfrac{4}{9} : 1 = 4 : 9,$$

und da, nach dem Eingangs dieses § Erinnerten, die Hälfte der gleichmäßig vertheilten Belastung als in der Mitte vereinigt wirkend angenommen werden kann, so muß, wenn die beiden oben angeführten Erfahrungen übereinstimmen sollen, die Proportion stattfinden

$4 : 9 = 2\gamma + 21\,y : 12\gamma + 36\,y$ und daraus ist

$$y = \tfrac{2}{3}\gamma,$$

d. h. die gleichmäßige Belastung auf den Quadratfuß ist gleich ⅔ des Gewichts vom Cubicfuß Holz; und da hier Tannenholz gemeint ist, so würde dies für württemberger Maaß etwa 13 bis 19 Pfund betragen.

Hat nun ein beliebiger Balken die Abmessungen b, h und l, alles in Fußen verstanden, und man benutzt die

[...]den ad 2 aufgeführte Erfahrung, so hat man das Verhältniß der Tragkraft beider Balken in

$$\frac{1}{24} : \frac{b\,h^2}{l},$$

nennt man ferner die Entfernung der Balken von Mitte zu Mitte a, so ist das eigene Gewicht des Balkens $b\,h\,l\,\gamma$, und seine gleichmäßig vertheilte Belastung $a\,l\,y$; und man hat daher die Proportion

$$\frac{1}{24} : \frac{b\,h^2}{l} = 12\,\gamma + 36\,y : \tfrac{1}{2}\,b\,h\,l\,\gamma + \tfrac{1}{2}\,a\,l\,y$$ und da

$$y = \tfrac{2}{3}\,\gamma,$$ auch

$$\frac{1}{24} : \frac{b\,h^2}{l} = 12\,\gamma + 36\,.\,\tfrac{2}{3}\,y : \tfrac{1}{2}\,b\,h\,l\,y + \tfrac{1}{2}\,a\,l\,.\,\tfrac{2}{3}\,\gamma,$$

oder

$$\frac{72\,b\,h^2}{l} = \frac{1}{24}(b\,h + \tfrac{2}{3}\,a)\,l,$$

und daraus

$$l^2 = \frac{24\,.\,72\,b\,h^2}{b\,h + \tfrac{2}{3}\,a},$$

wobei alles in Fußmaaß verstanden ist. Will man aber die bei Balken übliche Bezeichnung, wo nach die Länge und die Entfernung derselben von einander in Fußen, die Breite und Höhe aber in Zollen angegeben werden, beibehalten, und zwar für unser zehntheiliges württemberger Maaß, so wird aus dieser Formel die folgende

$$l^2 = \frac{24\,.\,\frac{72\,b\,h^2}{1000}}{\frac{b\,h}{100} + \tfrac{2}{3}\,a} = \frac{518{,}4\,b\,h^2}{3\,b\,h + 200\,a},$$

und da nach § 6 Kap. 1 für die Tragkraft der Balken das vortheilhafteste Verhältniß von $b : h = 5 : 7$ ist, so wird, wenn wir $b = \frac{5}{7}\,h$ setzen

$$l^2 = \frac{518{,}4\,.\,\frac{5}{7}\,h^3}{\frac{15\,h^2}{7} + 200\,a}$$ und

$$1)\;l = \sqrt{518{,}4}\,.\,\frac{h\sqrt{h}}{\sqrt{3\,h^2 + 280\,a}}.$$

Setzt man ferner (für ein Dübelgebälk) a=b, aber in Fußen ausgedrückt, d. i. $a' = b''$, so muß $\frac{b}{10}$ für a substituirt werden, und da $b = \frac{5}{7}$ h ist, so wird a $= \frac{5}{70}\,h$. Dies in obige Formel gesetzt, gibt

$$2)\;l = \sqrt{518{,}4}\,.\,\frac{h\sqrt{h}}{\sqrt{3\,h^2 + 20\,h}} = \sqrt{518{,}4}\,.\,\frac{h}{\sqrt{3\,h + 20}}.$$

Mit Hülfe der beiden Formeln 1 und 2 ist nachstehende Tabelle berechnet, in welcher b so bestimmt ist, daß es der Proportion $b : h = 5 : 7$ genüge leistet.

Gewöhnlich ist zwar die Länge, auf welche sich die Balken frei tragen sollen, und ihre Entfernung von einander gegeben, so daß b und h bestimmt werden müssen. Wollte man aber aus obigen Formeln h entwickeln (wodurch auch b gegeben wäre), so würde dies auf eine unreine cubische Gleichung führen. Man hat es daher vorgezogen, für die Höhen der Balken, so wie für a verschiedene Werthe anzunehmen, und danach l bestimmt. Beim Gebrauch der Tabelle wird man in der Rubrik für l den, der gegebenen freien Länge am nächsten kommenden, Werth aufsuchen, und dann die hierzu gehörigen b und h nehmen können, da es auf eine scharfe Bestimmung hier ohnehin nicht ankommen kann.

§. 6.

Tabelle

zur Bestimmung der Balkenstärken in Wohnhäusern bei gewöhnlicher Belastung.

Die Breite der Balken verhält sich zu ihrer Höhe wie 5 : 7.

Werthe in Zollen für		Werthe für l in Fußen, wenn a gleich				
h	b	2,5′	3′	3,5′	4′	b″
3	.	.	.	.	.	12,6
3,5	.	.	.	.	.	14,42
4	.	.	.	.	.	16,09
4,5	.	.	.	.	.	17,70
5	3,6	9,14	8,42	7,83	7,36	19,24
5,5	3,9	10,44	9,63	8,98	8,44	20,72
6	4,3	11,77	10,87	10,14	9,55	22,16
6,5	4,6	13,12	12,14	11,36	10,69	23,54
7	5	14,49	13,42	12,56	11,85	24,89
7,5	5,3	15,87	14,76	13,80	13,04	26,19
8	5,7	17,25	16,03	15,05	14,23	27,45
8,5	6,1	18,64	17,36	16,31	15,43	28,69
9	6,4	20,02	18,68	17,58	16,65	29,89
9,5	6,8	21,39	20,00	18,85	17,88	31,05
10	7,1	22,77	21,32	20,12	19,11	32,19
10,5	7,5	24,12	22,64	21,40	20,34	33,31
11	7,9	25,48	23,95	22,67	21,57	34,40
11,5	8,2	26,81	25,25	23,93	22,80	35,46
12	8,6	28,13	26,54	25,19	24,02	36,51
12,5	8,9	29,43	27,81	26,44	25,25	37,53
13	9,3	30,72	29,08	27,68	26,46	38,53
13,5	9,6	31,98	30,33	28,90	27,66	39,51
14	10	33,23	31,56	30,12	28,86	40,48
14,5	10,4	34,46	32,78	31,32	30,05	41,43
15	10,7	35,67	33,98	32,51	31,22	42,36

Man sieht leicht, daß diese Tabelle nicht nur für ein bestimmtes Maaß brauchbar ist, sondern für jedes 10theilige Fußmaaß, und daher auch sehr leicht für ein zwölftheiliges umgeformt werden kann.

§. 7.

Zuweilen kommt der Fall vor, daß man Balken von bestimmtem Querschnitt verwenden soll, und es fragt sich, wie weit man dieselben bei einer gegebenen Länge aus einander legen darf? Entwickelt man aus der Formel

$$l^2 = \frac{518{,}4\,b\,h^2}{3\,b\,h + 200\,a},$$

den Werth für a, so ergibt sich

$$l^2 \,.\, (3\,b\,h + 200\,a) = 518{,}4\,b\,h^2 \text{ und}$$

$$3)\ a = \frac{518{,}4\,h - 3\,l^2}{200\,l^2} \,.\, h\,b,$$

hierbei ist nur zu bemerken, daß unter b immer die größte der beiden Abmessungen des rechtwinkligen Querschnitts gemeint ist. Uebrigens hängt die Entfernung der Balken von einander nicht bloß von ihrer Stärke, sondern auch von der Construction der Decke und des Fußbodens ab, wie wir späterhin sehen werden.

§. 8.

In § 6, des ersten Kapitels, haben wir angeführt, daß die starresten oder unbeugsamsten Balken einen Querschnitt erhalten müßten, dessen Breite zur Höhe sich wie $1 : \sqrt{3}$ oder nahe wie 4 : 7 verhalte. Hiernach wäre in die Formel

$$l^2 = \frac{518{,}4\,b\,h^2}{3\,b\,h + 200\,a}$$

$b = \frac{4}{7}\,h$ einzuführen, und wir würden

$$4)\ l = \sqrt{518{,}4} \,.\, \frac{h\sqrt{h}}{\sqrt{3\,h^2 + 350\,a}}$$

erhalten, während für die zweite Formel (für das Dübelgebälk) die Größe von b keinen Einfluß ausüben kann. Denn in der Formel 1) war $280 \,.\, \frac{5}{70}\,h$ für 280 a zu setzen, was 20 h gibt, jetzt wäre $350 \,.\, \frac{4}{70}\,h$ für 350 a zu setzen, was dasselbe Resultat, nämlich ebenfalls 20 h gibt.

Der nebenstehenden Tabelle ist die Formel Nr. 4 zum Grunde gelegt.

§. 9.

Sind einzelne Balken einer Balkenlage mehr belastet, so müssen diese auch einen größeren Querschnitt als die übrigen bekommen. Da man indessen nicht wohl einzelne Balken, wenn das Gebälk Decke und Fußboden zugleich bildet, höher machen kann, so bleibt nichts übrig, als die Breite solcher Balken größer zu machen, welche Abmessung bekanntlich mit der Tragkraft im einfachen geraden Verhältniß steht.

Liegt ein Gebälk zu weit frei, so wird es häufig durch einen Unterzug oder Träger an irgend einem Punkte seiner Länge unterstützt. Für das Gebälk ist die vortheilhafteste Stelle der Unterstützung, wie leicht begreiflich, in der Mitte; für die Unterlage ist die Stelle aber ganz gleichgültig, indem seine Belastung immer dieselbe bleibt. Diese

Tabelle
zur Bestimmung der Balkenstärken in Wohnhäusern bei gewöhnlicher Belastung.

Die Breite der Balken verhält sich zu ihrer Höhe wie 4 : 7.

Werthe in Zollen für		Werthe für l in Fußen, wenn a gleich			
b	h	2,5′	3′	3,5,	4′
2,9	5	8,29	7,59	7,06	6,63
3,1	5,5	9,45	8,70	8,10	7,61
3,4	6	10,67	9,83	9,17	8,62
3,7	6,5	11,92	11,00	10,26	9,66
4,0	7	13,19	12,19	11,38	10,72
4,3	7,5	14,48	13,40	12,53	11,81
4,6	8	15,77	14,62	13,69	12,91
4,9	8,5	17,08	15,85	14,86	14,03
5,1	9	18,39	17,09	16,05	15,17
5,4	9,5	19,72	18,34	17,24	16,31
5,7	10	21,05	19,60	18,44	17,46
6,0	10,5	22,34	20,85	19,64	18,62
6,3	11	23,62	22,10	20,84	19,78
6,6	11,5	24,90	23,35	22,05	20,95
6,9	12	26,18	24,59	23,25	22,12
7,1	12,5	27,45	25,82	24,45	23,28
7,4	13	28,71	27,05	25,64	24,44
7,7	13,5	29,95	28,26	26,83	25,60
8,0	14	31,18	29,47	28,01	26,75
8,3	14,5	32,40	30,66	29,18	27,90
8,6	15	33,60	31,85	30,35	29,04

ist immer gleich der Hälfte des Gewichts der Balkenlage *), plus der ihr aufgebürdeten fremden Last.

Hiervon kann wiederum nur die Hälfte, als in der Mitte des Unterzugs wirkend, angenommen werden, weil die Belastung als gleichförmig vertheilt angesehen werden muß.

Diese Belastung und die Abmessungen des Unterzugs oder Trägers werden, in gegebenen Fällen, nicht schwer auszumitteln sein; denn ist das eigene Gewicht der Balkenlage gleich Q', die zufällige Belastung derselben $= Q''$, und das eigene Gewicht des Unterzugs $Q''' = B\,H\,L\,q$, wobei die Buchstaben die bisherige Bedeutung haben, und liegt der Unterzug auf beiden Seiten frei auf, so ist

$$\frac{Q' + Q''}{2} = Q = 4\,n\,\frac{B\,H^2}{L} - \tfrac{1}{2}\,B\,H\,L\,q.$$

Ist die zu unterstützende Balkenlage die eines Wohngebäudes, so können wir nach dem Vorigen, und wenn die Balkenabmessungen nach einer der vorigen Tabellen bestimmt wurden (wobei aber natürlich das l in der Tabelle, unter Berücksichtigung des anzubringenden Unterzugs betrachtet, in der folgenden Berechnung aber die ganze Länge der Balken in Rechnung gestellt werden muß), das obige Q auf die Weise bestimmen, daß wir das halbe eigene

*) Wenn alle Balken ganze Balken sind, so ist diese Behauptung nicht richtig, doch werden wir sie für die Praxis, ihrer Einfachheit wegen, gelten lassen können; um so mehr, als immer einige Balken auf den Unterzügen gestoßen zu sein pflegen.

Gewicht der Balken zu der halben fremden Belastung addiren. Ersteres sei durch P, letztere durch P' bezeichnet, dann ist

$$P = N h b l q,$$

wenn N die Anzahl der Balken bedeutet, und

$$P' = L . l . z,$$

wenn z die Belastung pr. Quadratfuß, L aber die Länge des Unterzugs ausdrückt. Erstere ist aber, wie wir gesehen haben (Seite 46) $^2/_3$ des Gewichts eines Cubicschuhs des Balkenholzes, wofür wir, wenn wir Furchenholz (**pinus sylvestris**) annehmen, etwa 20 *U.* setzen können, dann ist

$$P' = 20 . L . l$$

und wir haben

$$\frac{P}{2} + \frac{P'}{2} = Q = \frac{N}{2} h b l q + 10 L . l = 4 n \frac{B H^2}{L} - \frac{1}{2} B H L q.$$

Bezeichnet a wie bisher die Entfernung der Balken von Mitte zu Mitte in Fußen, so ist

$L = (N - 1)\ a$ und daraus $N = \dfrac{L + a}{a}$.

Setzen wir diesen Werth in die Formel, so erhalten wir, nach gehöriger Reduction,

$$B H^2 - B H \frac{L^2 q}{8 n} = \frac{L l (h b q (L + a) + 20 a L)}{8 a n},$$

und da $q = 0{,}29$, n aber $= 21$ ist (Seite 45), so kommt

$$B H^2 - B H L^2\, 0{,}001726 = \frac{L l (h b . 0{,}29 (L + a) + 20 a L)}{168 . a}.$$

Wollte man aus dieser Formel H und B, unter der Bedingung, daß sich B : H wie 5 : 7 oder wie 4 : 7 verhielte, entwickeln und $\frac{5}{7}$ H oder $\frac{4}{7}$ H für B substituiren, so würde man auf eine unreine cubische Gleichung stoßen. Dieser Unbequemlichkeit kann man aber ausweichen, wenn man einen bestimmten Zahlenwerth für B vorläufig einführt, dann H entwickelt, und nun den so gefundenen Querschnitt in einen anderen verwandelt, dessen Seiten in dem verlangten Verhältnisse zu einander stehen, und der mit jenem gleiche Tragkraft hat. Sind Breite und Höhe des gefundenen Querschnitts b und h, und b' und h' die Abmessungen des neuen, so verhält sich $b h : b' h'^2$ wie die Tragkräfte, und da diese gleich sein sollen, so ist auch $b h^2 = b' h'^2$, und wenn nun z. B. $b' : h' = \frac{4}{7}$ sein soll, so ergibt sich

$$b h^2 = \frac{4}{7} h'^3 \text{ und}$$

$$h' = \sqrt[3]{\frac{7 b h^2}{4}}.$$

Wird der Unterzug zu einem Träger, so bleibt die Bestimmung seiner Dimensionen ganz wie eben gezeigt, nur müßte, sollte die Sache genau genommen werden, das Gewicht der Schraubenbolzen, mit welchen jeder einzelne Balken an den Träger befestigt wird, zu der Belastung addirt werden.

Muß der Unterzug selbst, außer an seinen Endpunkten, noch unterstützt werden, so geschieht dies gewöhnlich durch sogenannte Unterzugspfosten, Säulen, Pfeiler ꝛc. Ist eine solche Unterstützung nöthig, so steht sie natürlich in der Mitte des Unterzugs am vortheilhaftesten. Sind aber zwei dergleichen Unterstützungen erforderlich, so dürfen diese, vorausgesetzt der Unterzug besteht aus einem Stücke, denselben nicht in drei gleiche Theile theilen, wenn man verlangt, daß die Tragkraft überall in gleichem Maaße in Anspruch genommen werden soll, sondern es tritt hier derselbe Fall ein, wie bei der Bestimmung der Stellen für die beiden Hängsäulen eines doppelten Hängbocks (Kap. 3 §. 4), wenn der Hauptträmen überall mit gleicher relativen Festigkeit wirken soll, und wir müssen daher hier gerade so wie dort verfahren, und die ganze Länge des Unterzugs in 10 gleiche Theile theilen, von denen auf die mittlere freie Länge 4 und auf jedes Ende 3 Theile kommen. Ebenso verhält es sich, wenn noch mehrere Unterstützungen angeordnet werden sollen, vorausgesetzt, daß der zu stützende Balken oder Unterzug aus einem Stücke besteht. Ist Letzteres nicht der Fall, sondern sind in den Unterstützungspunkten Stöße angeordnet, so müssen die freitragenden Längen einander gleich sein.

§. 11.

Bei den Balken, noch mehr aber bei den Unterzügen und Trägern, kommt es vor, daß die disponibeln Hölzer verstärkt werden müssen. Zunächst sind es die, in §. 7 und 8 Kap. 2. beschriebenen und in den Fig. 1 — 5 **Taf. 3** gezeichneten, Verzahnungen und Verdübelungen, die zur Verstärkung der Hölzer benutzt werden. In Bezug auf die Tragfähigkeit solcher verstärkten Balken können wir fast keine anderen Voraussetzungen machen, als daß die künstliche Verbindung so gelungen sei, daß der Zusammenhang der verschiedenen Holzstücke eben so groß ist, als der zwischen den einzelnen Jahresringen des Holzes selbst. Dies wird nun zwar nicht immer zutreffen, denn bei sorgfältiger Arbeit wird der Zusammenhang größer, bei einer nachläßigen geringer sei, und da wir das Letztere der Sicherheit wegen voraussetzen müssen, so wird dadurch der Vortheil, den die gesprengte Gestalt solcher Balken für die Tragbarkeit gewährt, zum Theil wieder aufgehoben. Die gebogene Form dieser Balken kann sogar, wenn die Balken zu schwach sind und sich biegen, sehr nachtheilig für die Mauern werden die den Balken zur Stütze dienen, indem durch eine Biegung ein sehr bedeutender Horizontalschub ausgeübt wird. Es ist daher jedenfalls anzurathen,

auf die bogenförmige Gestalt gar nicht zu rechnen, sondern einfach die Abmessungen des verstärkten Balkens, wie früher in die Formeln, einzuführen.

Es gibt nun aber noch andere Verstärkungen der Balken, die man zusammengesetzte nennen könnte, und von diesen wollen wir hier einige kennen lernen.

Aus der Statik ist bekannt, daß „Körper von gleichem Widerstande", die an beiden Enden frei aufliegen, bei gleichförmiger Belastung, eine eliptische Gestalt, nach Fig. 1 **Taf. 19**, haben müssen. Setzen wir diese Gestalt bei gleich breiten Holzbalken voraus, und nehmen wir an, daß vor dem Zerbrechen ein Biegen eintritt, so kann dies nicht anders stattfinden, als daß die oberen Holzfasern **am**, **am** zusammengedrückt, die unteren **bn**, **bn** aber ausgedehnt werden. Die Pressungen in den oberen Holzfasern müssen nach unten zu abnehmen, und ebenso die Spannungen der unteren Holzfasern nach oben hin zu, so daß es zwischen **a** und **b** eine gewisse Faser geben muß, in welcher weder Pressungen noch Spannungen stattfinden; und in den dieser Faser zunächstliegenden werden überhaupt die geringsten Spannungen und Pressungen thätig sein. Hieraus folgt, daß man, wenn der Körper aus mehreren einzelnen Verbandstücken verbunden wird, dahin zu streben hat, denselben in der Mitte hohl zu construiren, und alle Hölzer entweder möglichst nahe der Linie **mam** oder der **nbn** zu bringen, weil sie hier am wirksamsten sind; in der Mitte aber, ohne bedeutende Wirkung, nur das eigene Gewicht der Construction vergrößern würden.

§. 12.

Dies ist das leitende Prinzip bei allen größeren Constructionen, und liegt namentlich den oft sehr complizirten Holzconstructionen älterer Brücken zu Grunde. Die nächste Anwendung finden obige Grundsätze bei den sogenannten linsenförmigen Balken*) Fig. 3 **Taf. 19**. Spaltet man nämlich einen Balken, im mittleren Theile seiner Länge, der Höhe nach und nahe bis an die Enden auf, schützt letztere durch eiserne Bänder und Bolzen gegen ein weiteres Aufspalten, biegt dann die beiden Hälften von einander, und erhält sie durch Spreizen und Zangen in dieser Lage, wie dies die Figur zeigt, so ist die Tragkraft dieses Balkens bedeutend vergrößert, während die Vermehrung an Material und eigenem Gewicht sehr unbedeutend ist.

Was die Beurtheilung der Tragkraft solcher Balken anbelangt, so kann man dabei vielleicht eine andere Balkenverbindung, die in Fig. 2 **Taf. 19** dargestellt ist, zu Grunde legen. Haben nämlich die beiden gleich langen und parallelen Balken **AB** und **A'B'** die gleichen Breiten **b**, und gleichen Höhen **h**, und sind sie in einer lichten Entfernung gleich **a** so mit einander verbunden, daß die Verbindung als eine durchaus feste, unverschiebbare angesehen werden kann, so lassen sich in Bezug auf die Tragfähigkeit folgende Betrachtungen anstellen.

Die früher gegebene Formel für die Festigkeit eines an einem Ende eingespannten und am anderen belasteten, prismatischen Balkens, war

$$P = n \frac{b h^2}{l}.$$

Diese ist aber aus folgender allgemeinen Formel

$$P l = \frac{W . K}{e}$$

entstanden, in welcher **W** das Trägheitsmoment, **K** der Festigkeitsmodel, und **e** die Entfernung der am stärksten gespannten Faser von der neutralen Achse bedeutet, und zwar ganz allgemein für jeden beliebigen Querschnitt.

Das Trägheitsmoment **W** entsteht aber aus der Summation der Produkte welche man erhält, wenn man jedes Querschnittstheilchen mit dem Quadrat seiner Entfernung von der neutralen Achse multiplizirt, wobei die Hypothese gemacht ist, daß in den von der neutralen Achse gleichweit entfernte Querschnittspartikelchen die Pressungen und Spannungen einander gleich sein, und daher die neutrale Achse durch den Schwerpunkt der Querschnittsfläche gehe.

Nun ist aber in einem rechteckigen Querschnitte, von der Breite **b** und der Höhe **h**, bekanntlich diese Summe $= \frac{b h^3}{12}$, welchen Werth wir für **W** in obige Formel zu substituiren haben. Für **e** ergibt sich $\frac{h}{2}$ und wir haben daher

$$P l = \frac{\frac{b h^3}{12}}{\frac{h}{2}} K = \frac{b h^3}{12} \frac{2}{h} K$$

$$= \frac{b h^2}{6} K = b h^2 \frac{K}{6}$$

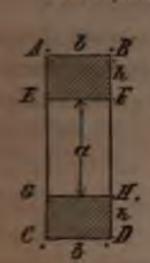
und

$$P = \frac{b h^2}{l} \frac{K}{6}$$

so daß unser obiger Coeffizient $n = \frac{K}{6}$ gesetzt werden muß; und von uns für würtemberger Maaß und für den Fall, daß **b** und **h** in Zollen, **l** aber in Fußen ausgedrückt werden, und für Tannenholz = 21 angenommen wurde.

*) Die Erfindung dieser Balken wird häufig dem Oberhofbaurath Laves in Hannover zugeschrieben; Wolfram bestreitet dies und vindicirt sie sich selbst. Siehe dessen Lehrbuch der gesammten Baukunst Band III. 4te Abth. S. 105.

Betrachten wir nun den Querschnitt der in Rede stehenden Balkenverbindung in nebenstehender Figur, und nehmen auch hier die neutrale Achse durch den Schwerpunkt gehend an, so werden wir das Trägheitsmoment **W** erhalten, wenn wir von dem Moment des als voll betrachteten Balkens **ABCD**, das des hohlen Theils **EFGH** abziehen.



Nennen wir die Höhe jedes Balkens h, die Breite b, und den lichten Zwischenraum a, so haben wir ersteres $= b\frac{(a+2h)^3}{12}$ und letzteres $= \frac{ba^3}{12}$, mithin

$$W = b\,\frac{(a+2h)^3 - a^3}{12}.$$

Diesen Werth in die Formel $Pl = \frac{WK}{e}$ gesetzt gibt, da $e = \frac{a}{2} + h = \frac{2h+a}{2}$ ist,

$$Pl = \frac{\frac{b\,(a+2h)^3 - a^3}{12}}{\frac{2h+a}{2}}\,K = \frac{b\,(a+2h)^3 - a^3}{6\,(2h+a)}\,K$$

$$= b\,\frac{(a+2h)^3 - a^3}{2h+a}\quad\frac{K}{6}$$

und setzen wir wieder

$$\frac{K}{6} = n$$

so haben wir

$$Pl = nb\,\frac{(a+2h)^3 - a^3}{2h+a}.$$

Nehmen wir an, beide Balken lägen ohne Zwischenraum unmittelbar auf einander, aber fest verbunden, so wird in vorstehender Formel $a = o$, und wir erhalten

$$Pl = nb\,\frac{(2h)^3}{2h} = nb\,\frac{8h^3}{2h} = nb\,(2h)^2$$

welcher Ausdruck das Festigkeitsmoment eines Balkens von der Höhe **2h** bezeichnet.

Da unsere Balkenverbindung an beiden Enden frei aufliegt, so haben wir für die Last **P**, welche sie, in der Mitte aufgehängt, tragen kann, die Formel

$$P = 4nb\,\frac{(a+2h)^3 - a^3}{l\,(2h+a)}.$$

Gehen wir nun wieder auf unsern linsenförmigen Balken Fig. 3 zurück, und betrachten denselben als einen Körper von gleichem Widerstande, so dürfte er in der Mitte nur dieselben Abmessungen wie Fig. 2 zeigen, um mit diesem gleiche Tragfähigkeit zu haben, wenn wir überhaupt der entwickelten Formel einiges Vertrauen schenken wollen.

Nehmen wir aber nach den, an Fig. 1 **Taf. 19**, angestellten Betrachtungen an, daß in der oberen Balkenhälfte nur Pressungen, in der unteren dagegen nur Spannungen thätig werden, die Summe beider aber gleich sei, so wird ersteren mit rückwirkender, letzteren mit absoluter Festigkeit widerstanden, und da diese verschieden sind, die Breiten beider Hölzer aber gleich sein müssen, so folgt eine verschiedene Höhe der Hölzer als Nothwendigkeit. Hierbei ist aber zu bemerken, daß die rückwirkende Festigkeit die der sogenannten „zweiten Art“ ist, d. h. daß dem Zerdrücken kein Verbiegen vorausgeht, weil die Spreitzen und Zangen solches unmöglich machen, so daß das Maaß der rückwirkenden Festigkeit im einfachen geraden Verhältnisse zur Breite und Höhe des Balkens steht. Bezeichnen wir die Höhe des oberen Balkens mit H', die des unteren mit H_I so muß, in Beziehung auf das Festigkeitsmoment, $nb\frac{(a+2h)^3 - a^3}{2h+a}$, jetzt $H' + H_I = 2h$ sein, und es wird sich $H' : H_I$ verhalten müssen, wie das Moment für rückwirkende Festigkeit zu dem für absolute, oder es muß

$$m'bH' = KbH_I \text{ sein,}$$

wenn m' den Versuchscoeffizienten für rückwirkende, K aber den für absolute Festigkeit bezeichnet. Hieraus ist

$$H' = \frac{K}{m'}\,H_I$$

und da ferner $H' + H_I = 2h$ sein muß, so ergibt sich aus $2h = \frac{K}{m'}\,H_I + H'$

$$H_I = \frac{2hm'}{m'+K}.$$

Nehmen wir ferner für Nadelholz und in runden Zahlen, für würtemberger Maaß und Gewicht, $K = 2700$ und $m' = 900$ an, wenn b und h in Zollen ausgedrückt werden, so ergibt sich $H' = 3H_I$ und $H_I = \frac{2h\,.\,900}{3600} = \frac{1}{2}h$ und $H' = \frac{3}{2}h$.

Zur Bestimmung von h dient die Formel

$$P = 4nb\,\frac{(a+2h)^3 - a^3}{l(2h+a)},$$

in welcher **P** die Hälfte der, gleichmäßig über der Balkenverbindung vertheilten, Last einschließlich des halben eigenen Gewichts, l aber die freie Länge zwischen den Unterstützungspunkten bedeutet.

Zunächst wird bei gegebenen **P** und **l**, h von a abhängig sein, und es fragt sich, wie groß a genommen werden darf, ohne daß die Biegung der Hölzer ihrer Festigkeit Abbruch thut. Der hierüber angestellten Untersuchungen sind noch wenige, und die brauchbarsten dürften die von „Wiebeking“, bei Gelegenheit der Erbauung seiner Holzbogenbrücken, gemachten Erfahrungen sein. Hiernach kann

man einen Balken von 50 Fuß Länge, 1 $1/12$ Fuß Breite und 1 $1/4$ Fuß Höhe so biegen, daß der Pfeil der Krümmung 2 Fuß, d. i. $1/25$ der Länge beträgt, ohne besorgt zu sein, daß eine Destruction der Holzfiebern eintritt. Nun kann man ferner schließen, daß die relative Festigkeit zweier Balken, von einerlei Holzart, im umgekehrten Verhältniß ihrer Biegsamkeit stehe, daß mithin bei gleichen Längen und Breiten die Biegsamkeit des einen sich zu der des andern umgekehrt wie die Quadrate der Höhen verhalte, und wenn die Breiten und Höhen gleich sind, direct wie die Längen. Hieraus könnte man leicht mit Hülfe der eben angegebenen Erfahrung die Krümmung für jeden Balken berechnen.

Indessen sind die Umstände bei den genannten Bogenbrücken anderer Art, als in dem vorliegenden Falle, so daß wir, bis weitere Erfahrungen ein Anderes lehren, $a = \frac{1}{25}$ setzen wollen, wonach jede Balkenhälfte nur um $\frac{1}{50}$ gebogen erscheint; wobei dann aber für l nicht die eigentliche Sehnenlänge des Bogens, sondern die Entfernung zwischen den beiden Unterstützungspunkten des Balkens genommen werden kann.

Da wir aber weiter oben die Höhe der unteren Balkenhälfte $H_1 = 1/3$ von der oberen H' gefunden, und nach dem was wir so eben über die Biegsamkeit angeführt haben, sich die Biegungen dieser Hälften umgekehrt wie die Quadrate ihrer Höhen, d. i. wie $H_1^2 : H'^2$ oder wie 1 : 9 verhalten sollten, so wird der aufgetrennte und gebogene Balken nicht die in Fig. 3 Taf. 19 gezeichnete Form, sondern eine etwa nach Fig. 4 Taf. 19 gestaltete zeigen, wodurch die Anwendung der Sätze über Körper von „gleichem Widerstande" unstatthaft wird. Will man diese also nicht aufgeben, so wird man auch die beiden Balkenhälften entweder ganz gleich hoch, oder doch nur wenig verschieden in dieser Abmessung, machen dürfen.

Bei einem ausgeführten Beispiele *) ist der $5/6$ Fuß hohe, $3/4$ Fuß breite, auf 47 Fuß freiliegende, Balken um 1 $1/2$ Fuß in der Mitte auseinander gebogen und die obere Balkenhälfte hat nur $1/4$ Zoll oder $1/48$ Fuß mehr Höhe als die untere.

Den oben angestellten Betrachtungen liegen Hypothesen zum Grunde, die man zwar zugeben, eben so gut aber auch bestreiten kann; und nur ausgedehnte und im großen Maaßstabe ausgeführte Versuche dürften in dieser Beziehung zum Ziele führen. Solche anzustellen bot sich mir keine Gelegenheit dar, doch habe ich einige Versuche, wenn auch im kleinen Maaßstabe, angestellt, die ich hier mittheilen will.

Es kam mir natürlich nicht in den Sinn, aus diesen Versuchen unmittelbar auf die Tragfähigkeit der Balkenverbindungen im Großen schließen zu wollen, doch glaubte ich, aus dem Verhalten dieser Modelle gegen einander, vielleicht schließen zu dürfen, daß bei einer Ausführung im Großen, ähnliche Verhältnisse stattfinden würden.

Ich habe nämlich verschieden construirte linsenförmige Balken, welche immer dieselbe Holzmasse, d. h. die gleichen Querschnittssummen der oberen und unteren Balkenhälfte hatten, mit einem einfachen geraden Balken verglichen, welcher ebenfalls denselben Querschnitt zeigte.

Die ganze Länge der Balken betrug 31 Zoll, die Entfernung der Unterstützungspunkte von einander 24 Zoll, und der einfache Balken war 0,7 Zoll hoch und 0,5 Zoll breit. Es betrug daher die Breite der linsenförmigen Balken ebenfalls 0,5 Zoll, und die Summe der Höhen beider Balkenhälften, oder $H' + H_1$ ebenfalls immer 0,7 Zoll. Die Schraubenbolzen waren aus 0,04 Zoll starken Drahtstiften gemacht, und es hat nie einer derselben den Dienst versagt, und keiner ist gerissen. Die Schraubenspindeln wurden mit einem gewöhnlichen Schneidzeug angeschnitten, und die Schraubenmuttern aus 0,04 Zoll starkem Eisenblech, 0,1 Zoll in □ groß, gemacht. Das Holz war gespaltenes, feinadriges Furchenholz (pinus sylvestris) ohne alle Fehler und möglichst immer von derselben Beschaffenheit, aber kein eigentliches Kernholz, indem es aus sogenannten Weinbergspfählen genommen war; doch wurde darauf gesehen, daß alle Fasern parallel liefen, und bei der Bearbeitung keine Fasern quer durchschnitten wurden. Die Belastung wurde mittels eines eisernen Bügels unmittelbar in der Mitte angehängt, und es war Vorsorge getroffen, sowohl die Be- als Entlastung ohne alle Stöße vorzunehmen. Die Biegung wurde unmittelbar an einem kleinen, an die Balken geleimten, Maaßstabe, der auf Fünftellinien getheilt war, so daß Zehntellinien noch gut geschätzt werden konnten, abgelesen; überhaupt glich der ganze Versuchsapparat dem von Eitelwein beschriebenen ziemlich genau, so daß eine Abbildung desselben unnöthig erscheint. Bemerkt soll nur noch werden, daß die Wagschale für die Gewichte mittels einer Schraube gehoben und gesenkt werden konnte, wodurch alle Erschütterungen vermieden wurden. Alle Gewichte und Maaße sind würtembergische 1 Fuß = 0,28649 Meter, 1 Pfund = 0,46773 Kilogr.

In den folgenden Tabellen bezeichnet Nr. I den einfachen Balken, Nr. II einen linsenförmigen Balken aus einem in der Mitte aufgetrennten Stücke bestehend, beide Balkenhälften gleich hoch, 1 Zoll gesprengt (d. h. a war = 1 Zoll), wie Fig. 3 Taf. 19, einen solchen darstellt. Jedoch waren die Spreitzen und Zangen so angebracht, wie es die genannte Figur punktirt zeigt, so daß sich eine Spreitze in der Mitte befand. Nr. III bezeichnet einen eben solchen Balken, aber aus zwei einzelnen, gleich hohen Hölzern, welche an den Enden verdübelt und verbolzt waren; Nr. IV einen solchen Balken aus zwei einzelnen Stücken, das untere halb so hoch als das obere, die Zangen so angebracht, daß sich eine in der Mitte befand. Da bei diesen Balken der Bruch immer im untern Theile in der Mitte stattfand, so wurden die beiden folgenden so angeordnet, wie es die Fig. 3 und 4 Taf. 19 mit ausgezogenen Linien zeigen, d. h. so, daß keine Spreitze sich in der Mitte befand. Bei Nr. V verhielt sich die Höhe des unteren Holzes zu der des oberen wie 1 : 2, bei Nr. VI wie 1 : 3. Der Balken Nr. VI ist in Fig. 4. Taf. 19 auch in Bezug auf seine Form möglichst genau wiedergegeben.

---

*) Exerzierhaus in Leipzig, auf Taf. [25] Fig. 4 und 5 dargestellt.

Die erste Tabelle gibt eine Reihe von Versuchen nur mit den ersten fünf Balken, und bis zu einer Belastung von 60 Pfunden angestellt, wie folgt: (die Belastung ist in Pfunden, die Senkung in Zollen zu verstehen)

Belastung	Nr. I		Nr. II		Nr. III		Nr. IV		Nr. V	
	Zunahme der Senkung	Ganze Senkung	Zunahme der Senkung	Ganze Senkung	Zunahme der Senkung	Ganze Senkung	Zunahme der Senkung.	Ganze Senkung	Zunahme der Senkung	Ganze Senkung
20	0,195	—	0,060	—	0,075	—	0,040		0,040	
30	0,095	0,290	0,020	0,080	0,025	0,100	0,020	0,060	0,020	0,060
40	0,085	0,375	0,035	0,115	0,035	0,135	0,020	0,080	0,020	0,080
50	0,085	0,460	0,035	0,150	0,035	0,175	0,025	0,105	0,025	0,105
60	0,085	0,545	0,025	0,175	0,030	0,205	0,035	0,140	0,035	0,140

Die Senkung wurde erst, nachdem die Belastung 24 Stunden auf die Balken gewirkt hatte, abgelesen, und nachdem die letzte von 60 Pfund nach dieser Zeit entfernt wurde, blieben folgende Senkungen,

bei Nr. I; Nr. II; Nr. III;
von 0,050″; 0,030″; 0,035″.

Nr. IV und V wurden nicht beobachtet.

Nachdem ich zu der Ueberzeugung gelangt war, daß die Beobachtung der Senkungen in Beziehung auf die Dauer der Belastung zu keinem Resultate führte, gab ich solche auf, und las bei den folgenden Versuchen die Senkung ab, sobald die Balken nach der Belastung (scheinbar wenigstens) zur Ruhe gekommen waren. Die Ergebnisse waren folgende:

Belastung	Nr. I		Nr. II		Nr. III		Nr. IV		Nr. V		Nr. VI	
	Zunahme der Senkung	Ganze Senkung	Zunahme der Senkung	Ganze Senkung	Zunahme der Senkung	Ganze Senkung	Zunahme der Senkung	Ganze Senkung	Zunahme der Senkung	Ganze Senkung	Zunahme der Senkung	Ganze Senkung
60	0.490	„	„	„	0,200	„	1,140	„	0,140		0,180	„
70	0,100	0,590	0,320	„	0,050	0,250	0,020	0,160	0,035	0,175	0,040	0,220
75	0,005	0,595	0,020	0,340	0,020	0,270	—	—	—	—	—	—
80	0,005	0,600	0,020	0,360	0,020	0,290	0,040	0,200	0,025	0,202	0,040	0,260
85	0,005	0,605	0,010	0.370	0.030	0,320	—	—	—	—	—	—
90	0,005	0.610	0,020	0,390	0,020	0,340	0,040	0,240	0,035	0,237	0,030	0,290
95	0.005	0,615			0,040	0,380	—	—	—	—	—	—
100	0,006	0,621	Bald darauf Bruch des unteren Theils.		0,030	0,410	0,020	0,260	0,025	0,262	0,030	0.320
105	0,008	0,629			0,030	0,440	—	—	—	—	0.040	0.360
110					0,030	0,470	0.040	0,300	0,040	0,302	0.010	0,370
115					0,030	0,500	—	—	—	—	0.020	0.390
120	Bruch, der sich schon bei 105 Pfd. zeigte.						0,040	0,340	0,040	0,342	0.020	0,410
125							—	—	—	—	0,020	0 430
130					Bruch des unteren Theils.		0,050	0,390	0,020	0,362	0.030	0.460
135							0,030	0,420	0.020	0,382	0.020	0.480
140							0,020	0,440	0,020	0,402	0.020	0.500
145							0,040	0,480	0,020	0,420	0.020	0,520
150							0,020	0.500	0,020	0,440	0.010	0.530
155							0,040	0.540	0,015	0,455	0,030	0,560
160							0,030	0,570	0,020	0,475	0 010	0,570
165							0,030	0,600	0.020	0,495	0,030	0.600
170							0,020	0,620	0,020	0,515	0,010	0.610
175							0,020	0,640	0,020	0,535	0 020	0.630
180							0,040	0,680	0,040	0,575	0.040	0,670
185							0,040	0,720	0,020	0,595	0,040	0.710
190							0.060	0,780	0,020	0,615	0.040	0,750
195							0,040	0,820	0,040	0,655		
200							0,020	0,840	0,030	0,685		
205							0,020	0,860	0,060	0,745	Bruch im oberen und Riß im unteren Theile ganz gleichzeitig.	
210							0,040	0,900				
215							0,030	0,930	Bruch im obern Theile.			
220							0,030	0,960				
225							Bruch im untern Theile.					

Die Biegungen verhalten sich hiernach bei
Nr. I; Nr. II; Nr. III; Nr. IV; Nr. V; Nr. VI;
bei einer Belastung von 70 Pfund
wie 59 : 32 : 25 : 16 : 17 : 22
bei einer Belastung von 80 Pfund
„ 60 : 36 : 29 : 20 : 20 : 26
bei einer Belastung von 100 Pfund
wie 62 : — : 41 : 26 : 26 : 32
bei einer Belastung von 120 Pfund
„ — — — 34 : 34 : 41
bei einer Belastung von 150 Pfund
„ — — — 50 : 44 : 53
bei einer Belastung von 180 Pfund
„ — — — 68 : 57 : 67.

man einen Balken von 50 Fuß Länge, 1 1/12 Fuß Breite und 1 1/4 Fuß Höhe so biegen, daß der Pfeil der Krümmung 2 Fuß, d. i. 1/25 der Länge beträgt, ohne besorgt zu sein, daß eine Destruction der Holzfiebern eintritt. Nun kann man ferner schließen, daß die relative Festigkeit zweier Balken, von einerlei Holzart, im umgekehrten Verhältniß ihrer Biegsamkeit stehe, daß mithin bei gleichen Längen und Breiten die Biegsamkeit des einen sich zu der des andern umgekehrt wie die Quadrate der Höhen verhalte, und wenn die Breiten und Höhen gleich sind, direct wie die Längen. Hieraus könnte man leicht mit Hülfe der eben angegebenen Erfahrung die Krümmung für jeden Balken berechnen.

Indessen sind die Umstände bei den genannten Bogenbrücken anderer Art, als in dem vorliegenden Falle, so daß wir, bis weitere Erfahrungen ein Anderes lehren, $a = \frac{1}{25}$ setzen wollen, wonach jede Balkenhälfte nur um $\frac{1}{50}$ gebogen erscheint; wobei dann aber für l nicht die eigentliche Sehnenlänge des Bogens, sondern die Entfernung zwischen den beiden Unterstützungspunkten des Balkens genommen werden kann.

Da wir aber weiter oben die Höhe der unteren Balkenhälfte $H_1 = 1/3$ von der oberen H' gefunden, und nach dem was wir so eben über die Biegsamkeit angeführt haben, sich die Biegungen dieser Hälften umgekehrt wie die Quadrate ihrer Höhen, d. i. wie $H_1^2 : H_1^2$ oder wie 1 : 9 verhalten sollten, so wird der aufgetrennte und gebogene Balken nicht die in Fig. 3 Taf. 19 gezeichnete Form, sondern eine etwa nach Fig. 4 Taf. 19 gestaltete zeigen, wodurch die Anwendung der Sätze über Körper von „gleichem Widerstande" unstatthaft wird. Will man diese also nicht aufgeben, so wird man auch die beiden Balkenhälften entweder ganz gleich hoch, oder doch nur wenig verschieden in dieser Abmessung, machen dürfen.

Bei einem ausgeführten Beispiele *) ist der 5/6 Fuß hohe, 3/4 Fuß breite, auf 47 Fuß freiliegende, Balken um 1 1/2 Fuß in der Mitte auseinander gebogen und die obere Balkenhälfte hat nur 1/4 Zoll oder 1/48 Fuß mehr Höhe als die untere.

Den oben angestellten Betrachtungen liegen Hypothesen zum Grunde, die man zwar zugeben, eben so gut aber auch bestreiten kann; und nur ausgedehnte und im großen Maaßstabe ausgeführte Versuche dürften in dieser Beziehung zum Ziele führen. Solche anzustellen bot sich mir keine Gelegenheit dar, doch habe ich einige Versuche, wenn auch im kleinen Maaßstabe, angestellt, die ich hier mittheilen will.

Es kam mir natürlich nicht in den Sinn, aus diesen Versuchen unmittelbar auf die Tragfähigkeit der Balkenverbindungen im Großen schließen zu wollen, doch glaubte ich, aus dem Verhalten dieser Modelle gegen einander, vielleicht schließen zu dürfen, daß bei einer Ausführung im Großen, ähnliche Verhältnisse stattfinden würden.

Ich habe nämlich verschieden construirte linsenförmige Balken, welche immer dieselbe Holzmasse, d. h. die gleichen Querschnittssummen der oberen und unteren Balkenhälfte hatten, mit einem einfachen geraden Balken verglichen, welcher ebenfalls denselben Querschnitt zeigte.

Die ganze Länge der Balken betrug 31 Zoll, die Entfernung der Unterstützungspunkte von einander 24 Zoll, und der einfache Balken war 0,7 Zoll hoch und 0,5 Zoll breit. Es betrug daher die Breite der linsenförmigen Balken ebenfalls 0,5 Zoll, und die Summe der Höhen beider Balkenhälften, oder $H' + H_1$ ebenfalls immer 0,7 Zoll. Die Schraubenbolzen waren aus 0,04 Zoll starken Drahtstiften gemacht, und es hat nie einer derselben den Dienst versagt, und keiner ist gerissen. Die Schraubenspindeln wurden mit einem gewöhnlichen Schneidzeug angeschnitten, und die Schraubenmuttern aus 0,04 Zoll starkem Eisenblech, 0,1 Zoll in □ groß, gemacht. Das Holz war gespaltenes, feinadriges Furchenholz (pinus sylvestris) ohne alle Fehler und möglichst immer von derselben Beschaffenheit, aber kein eigentliches Kernholz, indem es aus sogenannten Weinbergspfählen genommen war; doch wurde darauf gesehen, daß alle Fasern parallel liefen, und bei der Bearbeitung keine Fasern quer durchschnitten wurden. Die Belastung wurde mittels eines eisernen Bügels unmittelbar in der Mitte angehängt, und es war Vorsorge getroffen, sowohl die Be- als Entlastung ohne alle Stöße vorzunehmen. Die Biegung wurde unmittelbar an einem kleinen, an die Balken geleimten, Maaßstabe, der auf Fünftellinien getheilt war, so daß Zehntellinien noch gut geschätzt werden konnten, abgelesen; überhaupt glich der ganze Versuchsapparat dem von Eitelwein beschriebenen ziemlich genau, so daß eine Abbildung desselben unnöthig erscheint. Bemerkt soll nur noch werden, daß die Wagschale für die Gewichte mittels einer Schraube gehoben und gesenkt werden konnte, wodurch alle Erschütterungen vermieden wurden. Alle Gewichte und Maaße sind würtembergische 1 Fuß = 0,28649 Meter, 1 Pfund = 0,46773 Kilogr.

In den folgenden Tabellen bezeichnet Nr. I den einfachen Balken, Nr. II einen linsenförmigen Balken aus einem in der Mitte aufgetrennten Stücke bestehend, beide Balkenhälften gleich hoch, 1 Zoll gesprengt (d. h. a war = 1 Zoll), wie Fig. 3 Taf. 19, einen solchen darstellt. Jedoch waren die Spreitzen und Zangen so angebracht, wie es die genannte Figur punktirt zeigt, so daß sich eine Spreitze in der Mitte befand. Nr. III bezeichnet einen eben solchen Balken, aber aus zwei einzelnen, gleich hohen Hölzern, welche an den Enden verdübelt und verbolzt waren; Nr. IV einen solchen Balken aus zwei einzelnen Stücken, das untere halb so hoch als das obere, die Zangen so angebracht, daß sich eine in der Mitte befand. Da bei diesen Balken der Bruch immer im untern Theile in der Mitte stattfand, so wurden die beiden folgenden so angeordnet, wie es die Fig. 3 und 4 Taf. 19 mit ausgezogenen Linien zeigen, d. h. so, daß keine Spreitze sich in der Mitte befand. Bei Nr. V verhielt sich die Höhe des unteren Holzes zu der des oberen wie 1 : 2, bei Nr. VI wie 1 : 3. Der Balken Nr. VI ist in Fig. 4. Taf. 19 auch in Bezug auf seine Form möglichst genau wiedergegeben.

---

*) Exerzierhaus in Leipzig, auf Taf. 25 Fig. 4 und 5 dargestellt.

Die erste Tabelle gibt eine Reihe von Versuchen nur mit den
len fünf Balken, und bis zu einer Belastung von 60 Pfunden
gestellt, wie folgt: (die Belastung ist in Pfunden, die Senkung
Zollen zu verstehen)

Belastung	Nr. I		Nr. II		Nr. III		Nr. IV		Nr. V	
	Zunahme der Senkung	Ganze Senkung	Zunahme der Senkung	Ganze Senkung	Zunahme der Senkung	Ganze Senkung	Zunahme der Senkung.	Ganze Senkung	Zunahme der Senkung	Ganze Senkung
20	0,195	—	0,060	—	0,075	—	0,040		0,040	
30	0,095	0,290	0,020	0,080	0,025	0,100	0,020	0,060	0,020	0,060
40	0,085	0,375	0,035	0,115	0,035	0,135	0,020	0,080	0,020	0,080
50	0,085	0,460	0,035	0,150	0,035	0,175	0,025	0,105	0,025	0,105
60	0,085	0,545	0,025	0,175	0,030	0,205	0,035	0,140	0,035	0,140

Die Senkung wurde erst, nachdem die Belastung 24 Stunden auf die Balken gewirkt hatte, abgelesen, und nachdem die letzte von 60 Pfund nach dieser Zeit entfernt wurde, blieben folgende Senkungen,

bei Nr. I; Nr. II; Nr. III;
von 0,050″; 0,030″; 0,035″.

Nr. IV und V wurden nicht beobachtet.

Nachdem ich zu der Ueberzeugung gelangt war, daß die Beobachtung der Senkungen in Beziehung auf die Dauer der Belastung zu keinem Resultate führte, gab ich solche auf, und las bei den folgenden Versuchen die Senkung ab, sobald die Balken nach der Belastung (scheinbar wenigstens) zur Ruhe gekommen waren. Die Ergebnisse waren folgende:

Belastung	Nr. I		Nr. II		Nr. III		Nr. IV		Nr. V		Nr. VI	
	Zunahme der Senkung	Ganze Senkung	Zunahme der Senkung	Ganze Senkung	Zunahme der Senkung	Ganze Senkung	Zunahme der Senkung	Ganze Senkung	Zunahme der Senkung	Ganze Senkung	Zunahme der Senkung	Ganze Senkung
60	0 490	"	"	"	0,200	"	1,140	"	0,140		0,180	"
70	0.100	0.590	0,320	"	0,050	0,250	0,020	0,160	0,035	0,175	0,040	0,220
75	0.005	0.595	0,020	0,340	0,020	0,270	—	—	—	—	—	—
80	0.005	0,600	0,020	0,360	0,020	0,290	0,040	0,200	0,025	0,202	0,040	0,260
85	0.005	0,605	0,010	0.370	0.030	0,320	—	—	—	—	—	—
90	0,005	0.610	0,020	0,390	0,020	0,340	0,040	0,240	0,035	0,237	0,030	0,290
95	0.005	0.615	Bald darauf Bruch des unteren Theils.		0,040	0,380	—	—	—	—	—	—
100	0,006	0.621			0.030	0,410	0,020	0,260	0,025	0,262	0,030	0.320
105	0,008	0,629			0,030	0,440	—	—	—	—	0,040	0.360
110	Bruch, der sich schon bei 105 Pfd. zeigte.				0,030	0,470	0.040	0,300	0,040	0,302	0.010	0.370
115					0,030	0,500	—	—	—	—	0.020	0.390
120					Bruch des unteren Theils.		0,040	0,340	0,040	0,342	0.020	0,410
125							—	—	—	—	0,020	0 430
130							0,050	0,390	0,020	0,362	0.030	0.460
135							0,030	0,420	0.020	0,382	0.020	0.480
140							0,020	0,440	0.020	0,402	0.020	0.500
145							0,040	0,480	0,020	0,420	0.020	0,520
150							0,020	0.500	0.020	0,440	0.010	0.530
155							0,040	0 540	0,015	0,455	0.030	0,560
160							0,030	0.570	0,020	0,475	0 010	0,570
165							0,030	0,600	0.020	0,495	0.030	0.600
170							0,020	0,620	0,020	0,515	0,010	0,610
175							0,020	0,640	0,020	0,535	0 020	0.630
180							0,040	0,680	0,040	0,575	0.040	0.670
185							0,040	0,720	0,020	0,595	0,040	0.710
190							0.060	0,780	0,020	0,615	0.040	0,750
195							0,040	0,820	0,040	0,655		
200							0,020	0,840	0,030	0,685	Bruch im oberen und Riß im unteren Theile ganz gleichzeitig.	
205							0,020	0,860	0,060	0,745		
210							0,040	0,900				
215							0,030	0,930	Bruch im obern Theile.			
220							0,030	0,960				
225							Bruch im untern Theile.					

Die Biegungen verhalten sich hiernach bei

Nr. I; Nr. II; Nr. III; Nr. IV; Nr. V; Nr. VI;
bei einer Belastung von 70 Pfund
wie 59 : 32 : 25 : 16 : 17 : 22
bei einer Belastung von 80 Pfund
„ 60 : 36 : 29 : 20 : 20 : 26
bei einer Belastung von 100 Pfund
wie 62 : — : 41 : 26 : 26 : 32
bei einer Belastung von 120 Pfund
„ — — — 34 : 34 : 41
bei einer Belastung von 150 Pfund
„ — — — 50 : 44 : 53
bei einer Belastung von 180 Pfund
„ — — — 68 : 57 : 67.

Folgerungen aus diesen Versuchen anzustellen, wage ich nicht, dazu müßten sie noch öfter wiederholt werden. Ebenso vermag ich auf das durchaus gleichzeitige Zerknicken des oberen und Zerreißen des unteren Balkentheils von Nr. VI kein großes Gewicht zu legen, so lange nicht wiederholte Versuche etwas Aehnliches zeigen. Nur so viel scheint aus den Versuchen hervorzugehen, daß es jedenfalls besser ist, die beiden Balkenhälften nicht gleich hoch zu machen; ob aber 1 : 2 oder 1 : 3 das richtige Verhältniß ist, muß durch fortgesetzte Versuche entschieden werden. Ebenso haben die Versuche gezeigt, daß man diese linsenförmigen Balken ganz sicher aus zwei einzelnen Hölzern zusammensetzen kann, wodurch die Arbeit erleichtert wird, und Kosten erspaart werden.

§. 13.

Was nun die Darstellung dieser linsenförmigen Balken anbelangt, so bemerkt „Wolfram" sehr richtig, daß es wohlfeiler und Zeit spaarender sein wird, die Verbindung aus zwei einzelnen Balken zusammenzusetzen, als einen einzigen durch einen Sägenschnitt zu trennen. Die ungetrennten Enden des Balkens müssen nämlich durch umgelegte eiserne Bänder, oder durch Schraubenbolzen, gegen das weitere Aufspalten geschützt werden. Ohne diese Eisenbeschläge würde das Holz sogleich aufspalten, so daß der natürliche Zusammenhalt für gar nichts zu rechnen ist, und man dieselbe Festigkeit erhält, wenn man zwei einzelne Balken zweckmäßig miteinander verbindet.

Wenn die Belastung nicht zu bedeutend ist, wird man mit einer Verzahnung oder Verdübelung beider Balkenenden, nach Fig. 4 Taf. 19, ausreichen, doch muß dieselbe wenigstens 3 Schraubenbolzen erhalten, und 2 Dübel von gedörrtem Eichenholze, und demzufolge, nach der Linie a b gemessen, etwa 4 Fuß lang sein.

Bei sehr großen Belastungen, wie sie freilich bei Hochbauten nicht leicht vorkommen dürften, muß die Verbindung der beiden Balkenenden noch sorgfältiger geschehen, etwa durch eine mit (in das Holz eingelassenen) Nasen versehene Eisenplatte.

Was die Spreitzen zwischen beiden Balken anbelangt, so muß die Anzahl derselben so groß sein, daß die Entfernungen zwischen denselben nicht so groß werden, daß ein „Zerknicken" des oberen Balkens erfolgen kann. Ein solches tritt aber, nach Rondelets Versuchen, vor dem „Zerdrücken" nicht ein, wenn die Länge des Holzes die kleinste Dimension des Querschnitts nicht mehr als um das 8 — 10fache übertrifft. Außerdem dürfen die Spreitzen nicht nur als solche, sondern sie müssen zugleich auch als Zangen wirken, damit sie unter keinen Umständen ihre Stellung verlassen können. Man wird sie daher doppelt anordnen, und etwas in die Balken einlassen müssen. Die zur Verbindung dieser Zangen nöthigen Schraubenbolzen darf man nicht durch die Balken gehen lassen, weil sie leicht Veranlassung zu einem Bruche geben können. Es wird besser sein, die Zangenhölzer über die Balken hinausreichen zu lassen, und dann durch einen Schraubenbolzen zu verbinden. Auf diese Weise construirte linsenförmige Balken zeigen die Fig. 3 und 4 Taf. 19, die Fig. 3 A und 4 A zeigen die senkrechten Durchschnitte durch die Mitte der Balken *).

Die Anwendung dieser Balkenverstärkung im Hochbauwesen, wird immer eine beschränkte sein, wenigstens zur Darstellung horizontaler Gebälke. Denn sichtbar gelassen, ist die Form eine sehr unschöne, und soll darüber ein horizontaler Fußboden und darunter eine horizontale Decke angeordnet werden, so sind Hülfsconstructionen nöthig, die die Sache sehr vertheuern, und es wird ein bedeutender Höhenraum für die ganze Construction nöthig, der bei Zwischengebälken selten disponibel zu sein pflegt.

§. 14.

Ganz dieselbe Bewandtniß hat es mit der in Fig. 1 Taf. 20 dargestellten Balkenverstärkung, bei der über einem geraden Balken ein gebogener angebracht ist. Für die Berechnung der Tragkraft gilt ganz dasselbe, wie in §. 5 angeführt; für die Anwendung zu Dachbalkenlagen tritt aber der Vortheil hervor, daß die Anbringung einer horizontalen Decke weniger Umstände erfordert.

Die Beurtheilung der Tragkraft einer, nach Fig. 2 Taf. 19, gestalteten, Balkenverstärkung haben wir bereits besprochen, und was die Höhe des Zwischenraums zwischen beiden Balken anbelangt, so findet diese nur darin eine Beschränkung, daß es bei größeren Entfernungen der beiden Balken von einander schwierig wird, die Verbindung so anzuordnen, daß das Ganze eine durchaus unverschiebliche Figur bildet, was wir bei Berechnung der Tragkraft doch vorausgesetzt haben.

Beträgt die Entfernung zwischen beiden Balken nicht mehr als etwa 1 Fuß, so werden senkrecht dazwischengestellte Pföstchen (Drempel), die mit einem Kreuzzapfen oben und unten in die Balken greifen, und ihrer ganzen Höhe nach durchbohrt sind, genügen, wenn durch die Pfosten und beide Balken hinlänglich starke Bolzen gezogen werden.

Ganz nach denselben Grundsätzen sind auch die sogenannten „Gitterbalken", Fig. 2 Taf. 20, bei denen die senkrechten Pfosten durch Andreaskreuze ersetzt sind, gebildet, und die Berechnung ihrer Tragkraft beruht auf denselben Grundsätzen, die wir in §. 12 dieses Kapitels entwickelt haben.

Alle diese, und namentlich die letzten Balkenverstär-

*) Der Maaßstab auf Taf. 19 muß für Fig. 3 und 4 zehnmal größer genommen werden, so daß die Fuße des Maaßstabes, bei den den Versuchen unterworfenen Modellen, Zolle bedeuten.

kungen, kommen eigentlich nur bei größeren Brückenconstructionen vor, weßhalb wir uns auch nicht weiter darauf einlassen können, und dafür noch eine andere Balkenverstärkung besprechen wollen, die unter dem Namen der „armirten Balken" in neuerer Zeit bei Hochbauten Anwendung gefunden hat.

§. 15.

Das Wesentliche dieser Construction besteht darin, daß zu beiden Seiten des eigentlichen Balkens, 3—5 Zoll starke Dielen befestigt werden, welche, jede aus zwei Stücken bestehend, entweder kleine Sprengwerke bilden, die den im Ganzen durchgehenden Balken einschließen, oder in ganzen Längen, das aus den zwei Balkenstücken gebildete Sprengwerk zwischen sich fassen; in beiden Fällen ist die Verbindung der Dielen mit dem Balken durch Schraubenbolzen und Verzahnungen rc. bewirkt. Die erstgenannte Construction stellt Fig. 5 **Taf. 19**, die zweite Fig. 6 **Taf. 19** vor.

Zu beiden Seiten des 10—12 Zoll hohen, 7—8 Zoll breiten Balken, Fig. 5 **Taf. 19**, werden 10—12 Zoll breite, je nach der Länge, 3—5 Zoll starke Dielen, nach der Mitte zu steigend, mittelst Schraubenbolzen befestigt, um so eine Sprengung hervorzubringen. Die Länge des Balkens wird zu diesem Zwecke in vier gleiche Theile getheilt, und die beiden mittleren werden, nach der Gestalt der schräg liegenden Dielen, um die Hälfte der Stärke der letzteren ausgeschoren und an den beiden äußeren Theilen, nach Fig. 5, Verzahnungen in derselben Tiefe eingearbeitet. Die Dielen, welche so weit schräg gestellt werden können, daß, oben bei a und unten bei b, etwa ein Drittel ihrer Breite über und unter den Balken hervorragt, werden außer der auf die Hälfte ihrer Stärke eingearbeiteten Verzahnung gar nicht geschwächt, und durch Schraubenbolzen in Entfernungen von 3—4 Fuß befestigt. Die Verzahnung ist der sonst üblichen entgegengesetzt gestaltet, weil eher eine Senkung der horizontalen Balken, als der stark gesprengten Dielen eintreten wird, und der erstere so eine Stütze an letzteren findet. Damit bei einer Senkung des Ganzen kein nachtheiliger Seitenschub auf die Mauern ausgeübt wird, muß man Sorge tragen, daß die Enden der Dielen, bei b Fig. 5, einige Zolle von den Mauern entfernt bleiben. Zwischen den Stirnflächen der Dielen kann man, um das Eindringen der Holzfiebern in einander zu verhüten, dünne Metallplatten (Zink- oder Eisenblechstreifen) anbringen und über die Stoßfuge auf jeder Seite noch eine eiserne Klammer schlagen. Die Fig. 5 bis 5 B **Taf. 19**, welche diese Construction bei A in der Seitenansicht (bei B die äußere Diele fortgenommen), bei D in der Horizontalprojection, und in Fig. 5 A und 5 B in zwei Vertikaldurchschnitten nach den Linien a a' und c' c zeigen, werden das Gesagte deutlich machen.

Anwendung haben diese Balken bei dem von Schinkel erbauten Museum in Berlin gefunden.

Bei der in den Jahren 1833 bis 1837 erbauten allgemeinen Bauschule in Berlin, wurden etwa 33 Fuß lange (30 Fuß preußisch) Unterzüge nach der zweiten, in Fig. 6 **Taf. 19** dargestellten Methode, wie folgt construirt. Zwei Dielen oder Halbhölzer, von 5,48 Zoll Breite und 14,6 Zoll Höhe (6 und 16 Zoll preuß.) sind zu beiden Seiten der gesprengten 8,22 Zoll breiten 14,6 Zoll hohen (9 und 16 Zoll preuß.) Balkenstücke mittels Schraubenbolzen befestigt. Die Balkenstücke a und b stemmen sich an ihren Enden gegen die Einsatzstücke c, die selbst durch Schraubenbolzen mit den Halbhölzern verbunden sind. In den Stoßfugen bei d e sind Bleiplatten zwischen die Hirnflächen gelegt, und die Sprengung des Balkens beträgt bei e etwa 5,5 Zoll. Eine Verzahnung der Hölzer findet nicht statt, dafür sind aber bei f, f keilförmige Dübel, ähnlich wie bei Fig. 4 **Taf. 19**, angebracht, und bei g ist noch eine eiserne Klammer, zur besseren Verbindung der Einsatzstücke c mit den Halbhölzern, in beide eingetrieben. Die beiden Durchschnitte in Fig. 6 A und B erläutern die Construction hinlänglich. Eine, gleichförmig über die ganze Länge dieses Trägers vertheilte, Probebelastung von 800 Centner soll eine Senkung der Mitte von 1 — 1 ½ Zoll hervorgebracht, nach Fortnahme derselben der Balken aber seine ursprüngliche Gestalt wieder angenommen haben *).

§. 16.

Menzel führt in seinem Buche „die hölzernen Dachverbindungen" S. 178 als Erfahrungsregeln Folgendes an.

„Tragen die Verbandstücke gewöhnliche Belastungen, wie z. B. die Sparren Dachdeckungen, die Kehlbalken und Balken feste Decken und die üblichen Belastungen des Mobiliars, so kann man diese Verbandstücke nicht weiter ohne Unterstützung freilegen, als etwa das Achzehn- bis Zwanzigfache ihrer Höhe." Wobei angenommen wird, daß die Breite einen Zoll weniger beträgt als die Höhe.

„Bei starkbelasteten Verbandstücken, wie die Gebälke in Korn-, Salz- und anderen Magazinen, kann man dieselbe nur bis auf das Sechzehn- bis Achtzehnfache ihrer Höhe freilegen.

„Dasselbe wird für künstlich zusammengesetzte Träger, Streben, Spannriegel rc. gelten."

Wir fügen hier nur hinzu, daß man hiernach allerdings verfahren kann; ob man es aber sollte, ist eine

*) Notizblatt des Architektenvereins in Berlin Nr. 3. S. 18.

Frage, die wir nicht unbedingt mit ja beantworten können, wenn wir in der Construction fortschreiten, und es nicht ferner ohne nähere Prüfung so machen wollen, wie unsere Vorgänger; denn diese Regeln nehmen weder auf die Entfernung der Balken von einander, noch auf die übrigen Umstände Rücksicht die, wie wir gesehen haben, bedeutenden Einfluß ausüben.

§. 17.

Nachdem wir in den letzten Paragraphen über die Tragkraft der Balken und Unterzüge ꝛc. das Nöthige angeführt, und dadurch gezeigt haben, auf welche Weise die nöthigen Abmessungen derselben in verschiedenen Fällen gefunden werden können, haben wir nun die Anordnung der Balkenlagen selbst näher zu betrachten.

Wir müssen die Balkenlagen der verschiedenen Stockwerke eines Gebäudes von der obersten oder der Dachbalkenlage unterscheiden, weil erstere bestimmt sind, Decke und Fußboden zu bilden, letztere aber außerdem auch noch mit dem Dachgerüste, mehr oder weniger, in Verbindung steht.

Um ein Gebälk anzuordnen, ist es zunächst erforderlich, den vollständigen Grundriß desjenigen Stockwerks, dem das Gebälk als Decke dienen soll, mit allen durchgehenden und hier aufhörenden Scheidemauern, mit allen Rauchröhren und Treppen aufzuzeichnen. Sodann muß bestimmt werden, nach welcher Richtung die Balken gelegt werden sollen, wobei in den Zwischengebälken die Lage der Rauchröhren und Treppen, sonst aber der Umstand maaßgebend wird, daß die Balken die möglichst größte Tragfähigkeit bekommen. Gewöhnlich liegen die Balken nach der Tiefe des Gebäudes am vortheilhaftesten, weil sie so durch die Mittelscheidemauern die geeignetste Unterstützung bekommen, und als Anker für die Frontmauern benutzt werden können. Ist dies Letztere die Absicht, so müssen die Balken senkrecht auf die zu ankernden Mauern gerichtet sein. Mehrere, in einer Reihe, dicht neben einander liegende Rauchröhren sollten parallel zu den Balken liegen, damit sie in dem Zwischenraume zwischen zwei Balken heraufgeführt werden können und eine Auswechslung der Balken verhütet wird. Dasselbe gilt für die Treppenarme, weil bei dieser Lage wenigstens die geringste Anzahl Balken ausgewechselt zu werden braucht. Bei einer Dachbalkenlage ist die Lage nach der Tiefe des Gebäudes dann unbedingt nöthig, wenn die Dachsparren mit den Dachbalken in unmittelbarer Verbindung stehen, worüber später mehr.

Einige Balken bekommen nun zuerst eine bestimmte Lage, und zwar

1) Die Giebelbalken. Bei hölzernen Giebelw[illegible] werden sie, wenn überhaupt vorhanden, zugleich Bundbalken, d. h. für die untere Giebelwand Pfette und für die obere Schwelle, oder letzteres allein, wenn die untere Giebelwand von Stein ist. In beiden Fällen werden sie gern von Eichenholz genommen. Ist die Giebelwand ganz von Stein, so wird der Giebelbalken zum Ortbalken, wenn er auf dem Absatze der Giebelmauer mit einem Theil seiner Breite aufliegt, oder zum Streichbalken, wenn der Giebelmauer dieser Absatz fehlt. Diese Streich- oder Ortbalken haben von der Decke und dem Fußboden, sowie von der zufälligen Belastung des letzteren, nur halb so viel zu tragen als die übrigen frei liegenden Balken, weßhalb sie, da sie mit diesen gleiche Höhe haben müssen, ganz folgerichtig nur halb so breit zu sein brauchen.

Für die Erhaltung des Holzes ist es rathsam, die Seitenfläche desselben nicht unmittelbar an die Mauern zu legen, sondern hier einen Zwischenraum von 1—1½ Zoll zu lassen. Sind die Mauern unter den Streichbalken geputzt, so hat man Sorge zu tragen, daß die letzteren sich unter ihrer Last nicht biegen, weil hierdurch der Putz abgedrückt werden würde. Man muß sie daher breit genug nehmen, oder ihrem Tragvermögen durch ein oder mehrere, in die Mauer getriebene, starke Bankstifte zu Hülfe kommen.

2) Die Streichbalken. Zu beiden Seiten aller durch die Balkenlage reichenden, mit der Länge der Balken parallelen, Mauern kommen dergleichen zu liegen, und für dieselben gilt das so eben für die zu Streichbalken gewordenen Giebelbalken gesagte. Nur ist noch zu erwähnen, daß wenn in den durchgehenden Mauern etwa Rauchröhren angeordnet sind, zwischen den Balken und der äußeren Wandfläche dieser Röhren eine doppelte Lage Dachziegel (Bieberschwänze), in Lehm gelegt, Platz finden muß, zu welchem Zweck aber auch unbedenklich 1—2 Zoll aus den Balken ausgeschoren werden dürfen.

3) Die Bundbalken, welche auf jeder durch das Gebälk hindurchreichenden, oder auch unter ihr aufhörenden, mit der Richtung der Balken parallel laufenden, Wand angeordnet werden, bilden für diese die Pfette und Saumschwelle, und obgleich sie hierdurch einem mehrfachen Verlochen und dadurch einer Schwächung ausgesetzt sind, so brauchen sie doch nicht breiter zu sein, sondern können gegentheils noch schmäler als die übrigen Balken genommen werden, weil sie durch die Wandpfosten mehrfach unterstützt werden.

4) Die Wandbalken liegen auf jeder in der Höhe der Balkenlage aufhörenden, und mit den Balken parallelen Mauer, und können daher, weil sie ihrer ganzen Länge nach aufliegen, unbeschadet schmäler genommen werden als die übrigen Balken. Sie dienen zur Befestigung des Fußbodens und nehmen seitwärts die Constructionstheile zur Schließung der Balkenfache auf. Sind in der betreffenden Mauer Rauchröhren vorhanden, so muß der Wandbalken,

in hinreichender Entfernung von diesen, aufhören, und durch einen Wechsel mit den übrigen Balken wieder verbunden werden.

In den Zwischengebälken der Stockwerke werden nun die übrigen (Zwischen-) Balken, zwischen den eben aufgeführten, so eingetheilt, daß sie 2,5—4 Fuß, von Mitte zu Mitte gerechnet, von einander entfernt liegen. Wie groß diese Entfernung in den einzelnen Fällen sein muß, hängt, wie wir gesehen haben, von der Stärke der Balken, dann aber auch von der Construction der Balkenfachschlüsse und des Fußbodens ab, wovon wir später noch Näheres anführen werden.

In der Dachbalkenlage werden die Zwischenbalken zwischen den Giebel-, Streich-, Bund- und Wandbalken eben so eingetheilt, nur müssen in dem Falle, daß die Dachsparren in unmittelbarer Verbindung mit den Balken stehen, die **Binderbalken** bestimmt werden, d. h. diejenigen Balken, auf denen die Constructionsstücke für den Querverband des Dachgerüstes aufgestellt werden sollen. Diese liegen im Allgemeinen 10—15 Fuß von einander entfernt, und man ordnet sie gern so an, daß sie auf volle Theile der Frontmauern, also auf die Fensterpfeiler treffen. Ist das Dach ein Walmdach, so muß ein Binderbalken so liegen, daß die Horizontalprojection des Anfallspunktes (siehe weiter unten) in die dem Walm zugekehrte Seitenkante des Balkens fällt, wovon der Grund später deutlich werden wird. Ferner nimmt man gern Bund- oder Wandbalken zu Binderbalken, und vorzüglich solche die zugleich ganze Balken, d. h. nicht ausgewechselt sind, besonders dann wenn der Dachverband einen Seitenschub auf den Balken ausübt.

Stehen die Dachsparren mit ihren Füßen auf den Balken, so sollten letztere wo möglich lauter ganze Balken sein, und vor allen Dingen dürfen die Binderbalken nicht gestoßen werden. In den Stockwerksgebälken ist das Stoßen der Balken weniger gefährlich, und wohl erlaubt wenn es nur immer über einer Unterstützung geschieht und die, etwa auf die Fensterpfeiler der Frontmauern treffenden, Balken in einem Stücke durchgehen, um als Ankerbalken zu dienen.

§. 18.

Stichbalken und Auswechselungen werden in folgenden Fällen nöthig:

a) **In den Zwischengebälken**,

1) wenn kein Giebelbalken angeordnet, sondern die über dem Gebälk stehende Giebelwand, nach Fig. 13 **Taf. 11**, mit einer eigenen Brust- oder Saumschwelle versehen werden soll; Fig. 4 **Taf. 18** zeigt diesen Fall bei f, f. Der der Giebelwand zunächst liegende ganze Balken, **a, a** Fig. 4 **Taf. 18** tritt nun als Wechsel auf, und in ihn sind die Stichbalken **b, b** und die Gratstichbalken **f, f**, mit Brustzapfen verzapft, auf denen die Saumschwelle ihrerseits aufgekämmt wird.

Diese Construction steht der mit Giebelbalken, nach Fig. 15 **Taf. 11**, in mehrfacher Beziehung nach; denn einmal kostet sie mehr Holz, weil für die darunter stehende Wand (wenn nicht eine massive Mauer deren Stelle einnimmt) nun auch eine besondere Pfette nöthig wird, abgesehen davon, daß die vielen Stichbalken schon einen größeren Holzaufwand verursachen; zweitens ist aber auch die Haltbarkeit geringer, denn der durch die vielen Zapfenlöcher für die Stichbalken geschwächte Balken, **a, a** Fig. 4 **Taf. 18**, verliert einen bedeutenden Theil seiner Tragkraft, und wenn man sicher gehen will, so ist man genöthigt, denselben bedeutend breiter zu machen, oder noch einen besonderen ganzen Balken daneben zu legen. Die Construction nach Fig. 13 **Taf. 11** sollte daher nur bei solchen Holzgebäuden etwa angewendet werden, bei denen man dieselbe im Aeußern sichtbar läßt, und etwa die Balkenköpfe an der Giebelfronte nicht entbehren will.

Statt der Gratstichbalken ordnet man zuweilen, nach Fig. 14 **Taf. 11**, an den Ecken zwischen Pfette und Saumschwelle zwei Futterhölzer an, die zugleich die Fache zwischen dem Eck und den nächsten Balkenköpfen schließen, und daher mit den Balken von gleicher Höhe sein müssen. Sie erspaaren die Unbequemlichkeit des Einzapfens des Gratstichbalkens, der gern mit dem ersten geraden Stichbalken in Collision kommt. Bleibt die Construction sichtbar, so steht diese Anordnung nicht gut aus, und ist dies nicht der Fall, so ist die Anordnung mit dem Giebelbalken, wie wir gezeigt haben, vorzuziehen, weil dabei alle Stichbalken fortfallen.

2) Bei Durchführung der Rauchröhren durch die Gebälke kann man es oft nicht so einrichten, daß sie zwischen den Balken durchgehen, und dann müssen die auf sie treffenden Balken ausgewechselt werden, wie dies Fig. 4 **Taf. 18** bei **d e d** zeigt.

Liegen mehrere Rauchröhren in einer Reihe, senkrecht auf die Länge der Balken gerichtet, so daß mehrere darauf treffende Balken ausgewechselt werden müßten, so ist es anzurathen die Rauchröhren, an einer oder mehreren Stellen, so weit aus einander zu rücken, daß zwischen ihnen hindurch ein ganzer Balken, unbeschadet der Feuersicherheit, durchgehen kann, und nicht zu viel ausgewechselte Balken unmittelbar neben einander liegen.

Zuweilen kann man das Auswechseln eines, oder gar zweier Balken dadurch vermeiden, daß man dieselben auf die Länge der Rauchröhrenbreite um einige Zolle ausschneidet, was unbedingt bis auf ein Drittel der Balkenbreite geschehen kann. Fig. 4 **Taf. 18** zeigt bei g′ das eben Gesagte.

3) Zur Bildung der Treppenöffnungen wird man immer einige Balken auswechseln, und daher auch Stichbalken anordnen müssen, es sei denn die Treppe gehe gerade auf, treffe zwischen zwei Balken und sei so schmal, daß man durch das Ausscheren der betreffenden Balken bis auf ⅓ ihrer Breite, den nöthigen Raum beschaffen könnte.

4) Zuweilen kommt es vor, daß in den Frontmauern große Oeffnungen, Ladenfenster, Thorwege rc. angeordnet sind, und ihre Ueberdeckungen, Sturze oder Bogen nur so wenig Stärke oder Höhe erhalten können, daß sie das Gebälk nicht zu tragen vermögen, dann muß man auf die Breite dieser Oeffnungen, dicht an die Mauer, und oft noch durch eiserne Träger in dieser befestigt, Wechsel anordnen, welche die Enden der auf sie treffenden Balken aufnehmen, welch' letztere daher zu Stichbalken werden.

§. 19.

b) In den Dachgebälken.

1) In allen den Fällen, in welchen in den Zwischengebälken Auswechselungen nöthig werden, ist dies auch im Dachgebälk nöthig.

2) Wenn das Dach ein Walmdach ist, d. h. an der Giebelseite ebenfalls eine geneigte Dachfläche hat, und zugleich die Dachsparren in die Balkenköpfe eingestellt werden sollen. Die Richtung der Gratstichbalken bestimmt sich nach der Lage der Horizontalprojection des Anfallspunktes o Fig. 4 **Taf. 18**, nach welchem ihre verlängerten Mittellinien laufen. Vorgreifend wird hier bemerkt, daß der Anfallspunkt der ist, in welchem die Firstlinie die Walmdachfläche schneidet; über die Lage desselben ein Mehreres bei den Dächern.

3) Wenn außer den Dachbinderbalken alle übrigen fortfallen, wie z. B. bei Scheunendächern älterer Construction, für jeden Sparrenfuß aber doch ein Balkenkopf vorhanden sein soll. Fig. 3 **Taf. 20** stellt diesen Fall dar. Zwischen die Dachbinderbalken **a, a** werden die Wechsel **b, b** eingezapft, die ihrerseits die Stichbalken **c, c** aufnehmen. Wenn durch die Dachconstruction auf letztere ein Horizontalschub ausgeübt wird, so wird dieser auf eine Krümmung der Wechsel **b, b** hin wirken, weßhalb letztere nicht zu lang sein dürfen (bei gewöhnlicher Balkenstärke etwa 16 Fuß höchstens), oder durch eine nach innen gekrümmte Gestalt, wie bei **B**, dem Verbiegen entgegen wirken müssen. Sind dergleichen krummgewachsene Hölzer nicht disponibel, so kann man durch eine Verstrebung der Stichbalken unter sich und mit den Binderbalken, den Horizontalschub auf letztere übertragen, wie dies bei **C** Fig. 3 angedeutet ist. Damit die Binderbalken durch die Zapfenlöcher für die Wechsel nicht zu sehr geschwächt werden, muß man diese gegenseitig versetzen, d. h. die Zapfenlöcher nicht einander gerade gegenüber anordnen.

Wie lang in einem solchen Falle die Stichbalken sein müssen, hängt davon ab, ob die Dachsparren gerade über der das Gebälk unterstützenden Mauer oder Wand die Stichbalken treffen, oder außerhalb derselben, im ersten Falle können die Stichbalken ganz kurz, also die Wechsel weiter herausgelegt werden, im zweiten müssen die Stichbalken länger sein, um der am Kopf thätig werdenden lothrechten Pressung mehr Gegengewicht entgegen zu setzen, was später deutlicher werden wird, wenn wir die Dachconstructionen besprechen.

Ganz ähnliche Stichgebälke, wie die eben beschriebenen, werden auch sehr oft bei den Dächern mit sogenannten Kniestöcken nothwendig, wie wir später sehen werden.

3) Bildet das Gebäude einen einspringenden Winkel oder eine Widerkehr, so läuft von dem Winkelpunkte der Traufe eine Kehle nach der First, und für den hier nöthigen Kehlsparren wird dann auch in den meisten Fällen ein Gratbalken nöthig, der sehr häufig ein Stichbalken ist, wie in Fig. 4 **Taf. 20** bei **a**.

Der Kehle gegenüber entsteht ein Grat, und wenn beide in ein und derselben Vertikalebene liegen, d. h. wenn ihre Horizontalprojectionen in eine gerade Linie zusammenfallen, so legt man, wenn die Länge der Balken es erlaubt, einen Gratbalken so, daß seine Mittellinie mit dieser Projection zusammenfällt, und er sowohl den Kehl- als den Gratsparren aufnehmen kann. In diesem, Fig. 4 **Taf. 18** dargestellten, Falle hat dieser Gratbalken f', f' von beiden Seiten viele Stichbalken aufzunehmen, weßhalb man gewöhnlich zwei Balken dicht neben einander legt, um das an Tragkraft wieder zu gewinnen, was durch das Einzapfen der Stichbalken verloren gegangen ist.

Ist ein Kehlgebälk vorhanden, so treten für dasselbe, in Bezug auf die Stichbalken und Auswechselungen im Allgemeinen, dieselben Bestimmungen in Kraft, wie wir sie eben für das Dachgebälk kennen gelernt haben. Da indessen die Kehlbalken mehr zum Dache selbst gehören, so werden wir über dieselben das Nöthige bei den Dächern besprechen.

§. 20.

Wir haben bis jetzt immer regelmäßige, d. h. rechtwinklig geschlossene, Grundfiguren der Gebäude vorausgesetzt, müssen aber auch noch Einiges über schiefwinklige Gebäude hinzufügen, obgleich wir hier nicht alle, möglicher Weise vorkommenden, Fälle besprechen, sondern nur einige allgemeine Regeln aufstellen können.

Die Fig. 4 bis 7 **Taf. 20**, welche aus dem „Gilly'schen" Handbuche so ziemlich in alle übrigen Lehr- und Handbücher übergegangen sind, zeigen einige der hierher

gehörigen Fälle, und zwar in Dachbalkenlagen unter der Voraussetzung, daß die Sparrenfüße unmittelbar in den Balkenköpfen stehen, eine Annahme bei welcher die Anordnung der Balkenlage die meiste Aufmerksamkeit erfordert.

In Beziehung auf die Zwischengebälke werden die Ort-, Giebel-, Bund- und Streichbalken wie bei rechtwinkligen Grundfiguren bestimmt, und nur die Wandbalken bleiben in den Fällen, in welchen die betreffenden Mauern nicht senkrecht auf den Frontmauern stehen, fort, wie z. B. bei A Fig. 4 **Taf. 20**. Die Zwischenbalken werden zwischen diesen Balken wieder so eingetheilt, daß ihre Entfernung von einander ihrer Tragkraft entspricht, und sie die einzelnen Räume nach ihren kürzesten Dimensionen überdecken.

Dasselbe geschieht bei der Dachbalkenlage, nur ist hier auf die Stellung der Dachsparren gehörig Rücksicht zu nehmen, welche eine auf die Frontmauern senkrechte Richtung der Balken bedingen.

Die vielen nothwendig werdenden Stichbalken müssen so angeordnet werden, daß

1) die längeren, außer an ihren Enden, noch ein Mal dazwischen durch eine Mauer oder einen Unterzug unterstützt werden;

2) nicht zu viel Stichbalken in ein und denselben Balken gezapft werden, was in Fig. 4 und 7 **Taf. 20** besonders beobachtet ist. Kann man dies aber nicht vermeiden, so muß man den als Wechsel auftretenden Balken entweder breiter nehmen, oder verdoppeln;

3) sie senkrecht auf die Frontmauern gerichtet sind, wenn Sparren auf ihnen aufstehen sollen. Kann eine solche Lage bei einzelnen Balken nicht erreicht werden, wie bei b, b Fig. 4, so müssen die Zapfenlöcher für die Sparren, senkrecht auf die Frontmauer gerichtet, schräg in die Balkenköpfe eingestemmt werden, Fig. 4 A.

Wenn, wie in Fig. 6 **Taf. 20**, zwei einander gegenüberliegende Frontmauern nicht parallel sind, so werden die durchgehenden Balken senkrecht zur Hauptfrontmauer gelegt, und auf der hinteren Seite stehen alsdann die Sparren schief zur Frontmauer.

Müssen zu kurze Balken gestoßen werden, so bedient man sich gewöhnlich des schrägen Hakenblattes mit dem Keil, Fig. 18 **Taf. 2**, und zwar legt man am besten die Blätter hochkantig, so daß der Keil auf der Oberfläche eingetrieben wird. Die Mitte des Blatts sollte immer auf eine Unterstützung treffen, und wenn der Balken einer Horizontalspannung ausgesetzt ist, muß die Verbindung noch durch ein Paar Schraubenbolzen verstärkt werden.

§. 21.

Was die Details bei Construction der Balkenlagen anbelangt, so ist das Auflager der Balken zunächst von großer Wichtigkeit. Bei hölzernen Umfangswänden liegen die Balken auf den Wandpfetten und werden auf diese entweder aufgekämmt, oder aufgedollt. Ersteres ist besser, weil die Dollen gewöhnlich schon beim Transport des Holzes und beim „Aufschlagen“ (wie der Zimmermann das Zusammensetzen seiner Constructionen nennt) abgebrochen werden. Der Kamm kommt, nach Fig. 1 **Taf. 21**, auf die innere Seite der Pfette. Bei neueren Constructionen werden die Balken der Zwischengebälke gewöhnlich bündig mit der Außenseite der Pfette abgeschnitten, und dann kann der Balken nur so weit aufliegen, als die Pfette breit ist; und wenn nun in das Hirnholz des Balkens Feuchtigkeit eindringt, so darf nur auf einen geringen Theil von Außen hinein ein Verfaulen eintreten, um das Auflager des Balkens auf's Höchste zu gefährden. Auch kann ein solcher Balken, selbst wenn eine Saumschwelle darauf liegt und durch mehrere Stockwerke belastet ist, doch nur als an seinem Ende „frei aufliegend“ angesehen werden, weil der Hebelsarm der Last, welche einem Aufwärtsbiegen des Balkenendes entgegenwirkt, viel zu kurz ist, um ein hinreichendes Moment zu erzeugen. Es ist daher die ältere Methode, die Balkenköpfe jedes Stockwerks über die lothrechte Wand des unteren mehr, oder weniger herausragen zu lassen, außerdem daß sie für die inneren Räume raumgewinnend ist, auch für die Tragkraft und längere Dauer der Balken nutzbringend; denn reicht der Balken, nach Fig. 2 **Taf. 21**, bis nach b hinaus, und trägt hier die Saumschwelle und durch diese die Last der oberen Stockwerke, so kann sein Ende als fest eingespannt angesehen werden; wodurch er bekanntlich an Tragkraft gewinnt. Das Auflager, und die oft wichtige Verankerung der Wände, ist vollkommner, und da der Balkenkopf jetzt der freien Luft mehr ausgesetzt ist, als bei der eingeschlossenen Lage in Fig. 1, so kann ein Verfaulen desselben jetzt nicht so leicht eintreten, wie dies viele, noch aus dem 15. Jahrhundert erhaltene, Holzgebäude zur Genüge beweisen; außerdem hat die Pfette jetzt eine gegen das Wetter geschützte Lage, ganz abgesehen von der weit charakteristischern äußeren Erscheinung dieser Construction, gegenüber der jetzt gewöhnlichen, die nur durch die leidige Mode des Verblendens, Putzens ꝛc., wodurch Alles überpappt und hübsch flach und eben dargestellt wird, das Bürgerrecht erlangt hat.

Bei den Dachbalken findet gewöhnlich, schon wegen der Bildung der Traufe, oder eines hölzernen Hauptgesimses, ein Ueberragen der Balken statt. Haben die Gebäude massive Umfangsmauern, so liegen die Balken auf diesen und zunächst auf den Mauerlatten. Das Aufkämmen auf letztere geschieht auf dieselbe Weise, wie bei den Wandpfetten, und etwa 0,8 Zoll tief. Grat- und Gratstichbalken erhalten in ihrer ganzen Breite, nach Fig. 3 **Taf. 21**, einen Einschnitt, und umfassen so die Eckverbindung der

Mauerlatten, die in diesem Falle nur stumpf auf die Kehrung zusammengeschnitten werden.

§. 22.

Da die Mauerlatten immer ihrer ganzen Länge nach aufliegen, so bedürfen sie nie einer großen Stärke; 5—5½ Zoll dürfte in alle den Fällen, in denen sie wirklich nur Mauerlatten sind, genügen. Dagegen muß das Holz derselben aber möglichst dauerhaft, daher von ausgewachsenen Stämmen geschnitten werden. Gewöhnlich nimmt man Eichenholz. Es schadet nichts, wenn die Mauerlatten öfter gestoßen werden, wozu man sich des gewöhnlichen geraden Blattes Fig. 14 **Taf. 2** bedient, nur muß man darauf sehen, daß dieses Stoßen immer über vollen Mauermassen, und nicht etwa über schwachen Sturzen oder Bögen von Maueröffnungen geschieht.

Es ist schon vielfach über die Nothwendigkeit der Mauerlatten überhaupt gestritten worden.

Die Gründe für die Beibehaltung sind folgende:

1) Eine bessere Vertheilung der durch die Balken auf die Mauern übertragenen Last bei schwachen Fenstersturzen; weßhalb die Mauerlatten oft sehr breit verlangt werden. Richtig ist es, daß sie, besonders während des Aufschlagens der Balkenlage, den Fenstersturzen und überhaupt der Mauer Schutz gewähren; denn da die Balken immer nur an einer bestimmten Stelle „aufgefahren" und dann an den ihnen bestimmten Ort „gekanntet", d. h. durch Wälzen um ihre Kannten, gebracht werden, so würde dies, wenn es nicht auf den Mauerlatten geschähe, den Mauern und schwachen Fenstersturzen oft gefährlich werden.

2) Richtige und bequemere Lagerung und Befestigung der Balken. Der Zimmermann kann nämlich auf dem Zimmerplatze, die Balken auf der Mauerlatte bequem eintheilen und die Stelle derselben durch die Kämme genauer bestimmen, als auf einer nur eben abgeglichenen Mauer.

Diese Gründe gelten, wenn überhaupt, doch hauptsächlich nur für die Dachgebälke, weßhalb hier auch oft doppelte Mauerlatten vorkommen, (z. B. bei „Moller" fast immer). Weit weniger, und oft gar nicht, für die Zwischengebälke, weßhalb auch viele Baumeister hier die Mauerlatten ganz fort lassen. Die durch die Balken übertragene Last ist im ersten Falle in der Regel, eben des Daches wegen, viel größer als bei den Zwischengebälken, eine genaue Lagerung der Balken an gewissen, vorher genau bestimmten, Punkten wegen des Zusammenhanges mit der Dachconstruction, wichtiger und auch eine möglichst gleichmäßige Balastung der oberen Steinschicht der Mauer sehr wünschenswerth, wenn sie etwa zugleich ein weit ausladendes Gesims bildet.

Man wird daher die Mauerlatten bei den Dachgebälken wohl beibehalten müssen, doch aber in den meisten Fällen mit einer einfachen ausreichen. In den Zwischengebälken werden sie aber eben so oft fort bleiben können. Die Gefahr bei dem Kannten der Balken kann man durch provisorisch untergelegte Dielen beseitigen, und die richtige Lage der Balken, worauf es hier niemals so genau ankommt als bei den Dachbalken, und wobei man an den durchgehenden Querscheidewänden immer feste Anhaltspunkte hat, leicht erreichen.

Hat die Mauer in der Höhe des Gebälks keinen Absatz auf dem die Mauerlatte liegt, so wird sie bei ihrer sehr eingeschlossenen Lage bald vermodern, und dann haben die Balken ein weit schlechteres Auflager, als wenn gar keine Mauerlatte vorhanden gewesen wäre. Auf den Mittelmauern wird man sie aber unbedingt immer fortlassen können. Denn in den Fällen, in welchen in diesen Mauern große Oeffnungen mit schwachen Ueberdeckungen vorkommen und deßhalb eine Mauerlatte nöthig erachtet wird, tritt sie eigentlich nicht als solche, sondern als eine Art Unterzug auf.

Wenn nun Mauerlatten beibehalten werden sollen, so fragt es sich, sollen sie mitten auf der Mauer, mit der innern, oder mit der äußern Seite bündig liegen?

Bei den Balkenlagen der Stockwerke kann die Mauerlatte, wenn sie durchaus beibehalten werden soll, nur mitten in der Mauer, oder bündig mit der inneren Seite derselben liegen, wenn sie nicht, was jeden Falls für ihre Dauer das Beste ist, auf einem Mauerabsatze ruht. Ist die Mauer nicht besonders dick, etwa nur 1½ Stein, so liegt die Mauerlatte am besten bündig mit der innern Seite der Mauer, weil so der Verband der Mauer am wenigsten gestört wird, was immer in bedeutendem Grade der Fall ist, wenn die Mauerlatte in der Mitte der Mauer liegt. Hier ist zu bemerken daß, wenn die Mauer aus Backsteinen besteht, die Breite der Mauerlatte mit der Steinbreite, ihre Höhe aber ein Vielfaches der Dicke der Backsteine sein muß.

Verfault nun aber die, innen bündig liegende, Mauerlatte, so erhält der Balken selbst ein sehr schlechtes Auflager, wenn er nicht sehr weit in die Mauer hineinreicht, was wiederum für diese von großem Nachtheil ist. Liegt die Mauerlatte dagegen in der Mitte der Mauer, so wird sie freilich noch früher verfaulen, aber der Balken behält doch noch ein sicheres Auflager. Man sieht, daß wenn eine Mauer keine Absätze hat auf denen die Mauerlatten liegen können, man dieselben schon deßhalb fortlassen sollte, weil sie doch bald verfaulen und dann eine Höhlung in der Mauer entsteht, abgesehen davon, daß die eingemauerte Mauerlatte den Steinverband mehr oder weniger stört und dadurch die Mauer geschwächt wird.

Die Mauerlatte der Dachbalkenlage kann, wenn man etwa ein hölzernes Hauptgesims anordnet bei welchem die übertretenden Balken die Hängeplatte bilden, sehr wohl

mit der Außenseite der Mauer bündig liegen, nach Fig. 4 **Taf. 21**, und dann gleich eine um so viel größere Breite haben, daß man das Untergesims daran auskehlen kann. Besteht aber das Gesims aus Stein, so muß man, um die Stabilität desselben nicht zu schmälern, die Mauerlatte mit der innern Seite bündig, wo möglich aber auf das Gesims legen, wie in Fig. 5 **Taf. 21**, und nicht wie in Fig. 6 derselben Tafel in die Mauer versenken, weil sie im ersten Falle weit weniger leicht verfault als im zweiten. Die Mauerlatte hier in die Mitte der Mauer zu legen, wird man selten Veranlassung haben; ist dies indessen der Fall, so liegt sie wieder besser auf der Mauer als in derselben. Ist die Mauerlatte aber doch, wie in Fig. 6, in die Mauer eingelassen, und ragen die Balken bis über die Ausladung des Gesimses hinaus, so muß man die letzteren, auf die Länge der Gesimsausladung, und etwa 1 Zoll tief ausschneiden, damit sie an dieser Stelle niemals einen Druck ausüben können.

Liegen die Mauerlatten eines Zwischengebälks (auch des Dachgebälks bei einem sogenannten Kniestocke) auf einem Absatze der Mauer, der, wie die Mauerlatte selbst, gewöhnlich ½ Fuß breit ist, so haben auch die Balken kein breiteres Auflager; man läßt daher an manchen Orten (z. B. in Berlin) die Balken noch über die Mauerlatten hinaus in das Innere der Mauer reichen, und mauert die Balkenköpfe ein, in der Absicht ihnen, beim Verfaulen der Mauerlatte, noch ein Auflager zu erhalten, und um durch dieselben eine wirksamere Verankerung der Mauern zu erlangen. Abgesehen davon, daß dieses Einmauern der Balkenköpfe nur mit großer Vorsicht geschehen darf, wenn nicht ein sehr baldiges Verfaulen die Folge sein soll, so wird dadurch, wenn man es bei allen Balken eintreten läßt, die Mauer auf eine bedeutende Weise geschwächt, denn liegen die Balken 3 Fuß auseinander, so gibt es auch alle 3 Fuß ein Loch, und wenn die Abmessungen der Balken nicht in einem solchen Verhältnisse zu der Größe der Steine stehen, daß der Verband durch dieselben nicht gestört wird, so wird das zwischen und vor den Balkenköpfen befindliche Mauerwerk außerdem auch noch schlecht gemauert, wodurch der Nachtheil noch größer wird. Es ist daher besser, nicht alle Balken einzumauern, sondern dieselben über dem Absatze nur stumpf gegen die Mauer zu stoßen, und nur etwa einzelne Hauptankerbalken, oder solche für welche man ein besonders sicheres Auflager herstellen will, einzumauern.

Dies Einmauern muß aber mit gehöriger Vorsicht geschehen. Zunächst darf man die Steine um den Balken nicht mit Kalk-, sondern nur mit Lehmmörtel vermauern, weil der Kalk dem Holze nachtheilig wird; dann sollte man für jeden Balkenkopf eine kleine Niesche in dem Mauerwerke ausspaaren, und mit einem größeren festen Steine, oder mit einem kleinen Bogen, bedecken, und zwar so, daß wenn man dem Balken nur ein sicheres Auflager in der Mauer verschaffen will, von seinem „festen Einspannen“ aber zur Vermehrung seiner Tragkraft abstrahirt, er auf beiden Seiten, vorn und oben 1—1½ Zoll von den Steinen entfernt bleibt, denn die fest eingeschlossene Lage des Holzes in der, anfänglich immer nassen, Mauer befördert das Verfaulen der Balkenköpfe ungemein. Am sichersten wird man das Holz hiegegen schützen, wenn man den um dasselbe befindlichen Luftraum mit der äußeren Luft in Verbindung setzt, ohne daß das Regenwasser eindringen kann. Dies kann geschehen, indem man eine kleine, etwa fingersdicke, Blechröhre so in das vor dem Balkenkopfe stehen gebliebene Mauerwerk mit einmauert, daß sie einerseits mit der äußeren Luft, anderseits aber mit dem Raume um den Balkenkopf communizirt. Da in der Höhe der Balkenlage, an den Façaden der Gebäude, gewöhnlich sogenannte Gurtgesimse angebracht sind, so kann man die erwähnten kleinen Röhren unter diesen in das Freie münden lassen, wo sie dem Auge entzogen und außerdem gegen das Eindringen des Regens vollkommen geschützt sind. In Fig. 7. **Taf. 21** ist der besprochene Fall in einem Querschnitte dargestellt.

Soll der Balken aber so eingemauert werden, daß er als „fest eingespannt“ betrachtet werden kann, so muß dies so weit geschehen, daß der Balken wenigstens $^1/_{16}$, wo möglich aber $^1/_{12}$ seiner freien Länge in der Mauer steckt, und wenn die Mauer nicht so stark ist, muß man durch schicklich angeordnete Pfeiler 2c. diese Stärke zu erreichen suchen. Aber auch in diesem Falle muß man auf die angegebene Weise eine förmliche Nische in der Mauer darstellen, und dann den etwas größern Raum zwischen den Wänden derselben und dem Balken, durch feste trockne Steine möglichst dicht und fest auskeilen. Auf diese Weise eingemauerte Balken erlauben eine Erneuerung ohne Beschädigung der Mauer, auch wird der Verband in der letzteren weniger gestört.

Hat eine Mauer keinen Absatz, so bleibt nichts übrig, als sämmliche Balken einzumauern, wenn man es nicht vorzieht, eine Construction anzuwenden, die von den Franzosen in solchen Fällen ausgeführt zu werden pflegt. Es wird nämlich längs der Mauer ein starker Stützbalken (lambourde) durch eiserne Anker nach Fig. 8 **Taf. 21**, in 6—8füßiger Entfernung, und mit seinen Enden gut in den, mit den Balken parallelen, Wänden oder Mauern befestigt, und in diesen Stützbalken dann die Deckenbalken mittelst Brustzapfen eingezapft.

Zuweilen kann man auch konsolartige Kragsteine (auch von Eisen) in der Mauer einmauern, auf diese eine starke Mauerlatte strecken, und hierauf die Deckenbalken aufkämmen. Diese, in Fig. 9 **Taf. 21** dargestellte, Construction kommt öfter in den alten Schlössern Thüringens vor.

Eine ähnliche interessante Construction findet sich bei

dem Dachgebälk des Rittersaals auf der Burg in Nürnberg. In einer Entfernung von 2½—3 Fuß unter den Balken, sind in angemessenen Entfernungen Kragsteine herausgemauert, auf denen kurze hölzerne Pfosten stehen, die eine starke Mauerlatte tragen, auf welcher die Balken aufgekämmt sind, wie dies in Fig. 10 **Taf. 21** dargestellt ist.

§. 23.

Soll ein Balken zur Verankerung zweier Mauern dienen, so wird ein sogenannter Balkenanker von Schmiedeeisen, nach Fig. 11 oder 12 **Taf. 21**, an dem Kopfe des Balkens befestigt. Man nimmt dazu ½ Zoll starkes, 1½—2 Zoll breites Flacheisen, so lang, daß es bis zur äußeren Flucht der Mauer reicht und noch auf 2½—3 Fuß den Balken berührt. Dasselbe wird entweder auf der Mitte der Oberfläche des Balkens, nach Fig. 11, durch einige starke Nägel und eine vor das umgebogene Ende geschlagene Spitzklammer befestigt, oder die Befestigung geschieht auf dieselbe Weise an einer der Seitenflächen des Balkens nach Fig. 12. Im ersten Falle wird das vordere Ende des Ankers durch Umschmieden verdoppelt und durch die Verdoppelung ein rundes Loch gehauen, in welches der, ¾—1 Zoll starke, ebenfalls runde Ankersplint greift. Im zweiten Falle wird das vordere Ankerende zu einer, hochkantig gestellten, länglichen Oese geschmiedet und ein Ankersplint, von demselben Querschnitt wie der Anker, der bei **a** einen Ansatz hat, hindurchgesteckt; letzterer schützt den Splint vor dem Durchfallen. Die Ankersplinte müssen möglichst große Steine fassen und dürfen auf keine Stoßfuge treffen. Sie liegen entweder ganz vor der Mauer, und sind dann oft als Verzierung ausgebildet, oder mit dieser bündig, mithin auf ihre Stärke in dieselbe eingelassen. Statt der Ankersplinte kann man auch Schraubenmuttern anwenden, denen eine größere, oft als Rosette ꝛc. ausgebildete, Platte oder eine Schiene als Unterlage dient; wobei dann das vordere Ende des Ankers statt in einer Oese in einer starken Schraubenspindel endigt.

Eine sehr wirksame Verankerung läßt sich auch, nach Fig. 13 **Taf. 21** *), auf die Weise anbringen, daß man zwischen zwei Balken ein starkes Holzstück mit Versatzung einzapft, durch dessen Mitte der Anker mit einer Schraubenspindel reicht, und eine Unterlagsscheibe sammt Schraubenmutter aufnimmt. Der, wie vorhin beschrieben, angebrachte Splint **a**, greift hinter ein Paar etwa 3 Fuß lange, horizontalliegende Schienen b, b, und faßt so ein möglichst großes Stück Mauer. Die Anordnung gewährt den großen Vortheil, daß man später durch das Aufnehmen eines kleinen Theils des Fußbodens (den man allenfalls gleich dazu vorbereiten kann), zu der Schraube gelangen und den Anker auf's Neue anziehen kann.

Liegen die Balken, außer an ihren Enden, auch noch in der Mitte auf einer Wandpfette, oder auf einem Unterzuge auf, so wird die Verbindung hier entweder durch Verkämmung oder durch Verdollung bewirkt. Ist die Unterstützung eine durchgehende Mauer, so werden für die Balken regelmäßige Oeffnungen in derselben hergestellt.

Bei einem Dübelgebälke, bei welchem Balken an Balken liegt, kann die Mauerlatte bei dem Dachgebälk unbedingt fortbleiben, und bei den Zwischengebälken wird es ebenfalls am zweckmäßigsten sein, dieselben ohne Mauerlatte auf einen Mauerabsatz zu lagern.

Die Verbindung der Stichbalken mit den Wechseln ꝛc. geschieht, wenn auf dieselben kein horizontaler Schub wirkt, durch den Brustzapfen Fig. 18 oder 19 **Taf. 4**, und wenn dies Letztere der Fall ist, mittelst des schwalbenschwanzförmigen Blattes mit Brüstung nach Fig. 10 **Taf. 4**, wenn man es nicht vorzieht, die eben erwähnte Verzapfung durch eine eiserne Klammer zu verstärken. Die Wechsel selbst werden ebenfalls mit Brustzapfen in den Balken befestigt.

§. 24.

Müssen die Balken durch Unterzüge zwischen ihren Enden unterstützt werden, so ist zunächst für ein gutes Auflager dieser in den mit den Balken parallelen Wänden zu sorgen, wofür im Allgemeinen das für die Balken Gesagte ebenfalls Anwendung findet, nur fallen natürlich die Mauerlatten hier immer fort, wenn man auch zuweilen, bei sehr kleinen, unregelmäßigen Steinen, ein kurzes starkes Holz unter dieselben legt, was aber jeden Falls besser durch einen großen festen Stein ersetzt wird. Von großem Nutzen wird es sein, wenn man die Enden des Unterzugs so befestigen kann, daß sie als „fest eingespannt“ angesehen werden können. Trifft das Lager in eine Holzwand, so muß unter den Unterzug ein hinreichend starker Pfosten angeordnet werden, auf welchem derselbe ruht.

Soll in eine alte Riegelwand ein Unterzug gelagert werden, und trifft er nicht mit einem Pfosten zusammen, so kann man zwischen die beiden Pfosten, zwischen welche der Unterzug trifft, einen starken Riegel mit Versatzung, nach Fig. 14 **Taf. 21**, einzapfen und auf diesen den Unterzug lagern, obgleich die unmittelbare Unterstützung durch einen Pfosten immer vorzuziehen bleibt.

Bedarf der Unterzug selbst noch der Unterstützung außer an seinen Enden, so geschieht dies gewöhnlich durch sogenannte Unterzugspfosten, die mit jenem verzapft werden. Diese Pfosten stellt man gern so weit als möglich aus einander, um den Raum nicht zu sehr zu versperren, und dann kann man der Tragkraft des Unterzugs durch

*) Diese Art der Verankerung ist bei der neuen Bauschule in Berlin angewendet. „Notizbl. d. Arch. Ver. in Berlin. Nr. 3.“ S. 17.

Sattelhölzer, oder Kopfbüge, oder durch beides zu Hülfe zu kommen.

Die erstere Anordnung besteht darin, daß man, nach Fig. 15 **Taf. 21**, mitten über den Pfosten ein, höchstens 12 Fuß langes, starkes, Holz legt und mit dem unmittelbar darauf liegenden Unterzuge verdübelt. Diese beiden jetzt mit einander verbundenen Hölzer sind, auf die angegebene Länge, als unbiegsam anzusehen, und man kann daher die Unterzugspfosten um die Hälfte der Länge des Sattelholzes, also circa um 6 Fuß, weiter von dem nächsten Unterstützungspunkte entfernen. Das Sattelholz wird nur dadurch wirksam, daß man annehmen kann, die eine Hälfte desselben werde sich unter einer Last nicht hinabbiegen, ohne daß die andere Hälfte aufwärts gebogen werde, so daß in a eine horizontale Drehachse entstünde. Hieraus folgt das Ungereimte der Anordnung halber Sattelhölzer, wie ein solches in Fig. 16 **Taf. 21** gezeichnet ist. Hier wird unstreitig das Sattelholz mittels der Bolzen von dem Balken getragen, dient aber diesem keineswegs als Stütze, denn denkt man sich die Bolzen fort, so wird auch das Sattelholz herabfallen.

§. 25.

Kopfbänder oder Kopfbüge sind Hölzer die in schräger Richtung von dem Pfosten nach dem Unterzuge laufen, und in beiden, gewöhnlich mit Versatzungen, verzapft sind. Die Theorie lehrt, daß sie am wirksamsten sind, wenn sie die Grundlinie eines gleichschenklichen Dreiecks bilden, und da Unterzug und Pfosten gemeiniglich unter rechten Winkeln verbunden sind, so folgt hieraus eine Neigung der Kopfbänder von 45 Grad gegen den Horizont als die vortheilhafteste. Sie wirken mit rückwirkender Festigkeit, und man kann ihre Abmessungen in besonderen Fällen leicht berechnen.

Am Fuß des Bugs, da wo er sich gegen den Pfosten stemmt, zerlegt sich die in seiner Längenachse wirksame Pressung R in die Seitenkräfte S und N, Fig. 17 **Taf. 21**, wovon die erstere senkrecht auf der Längenachse des Pfostens steht, die zweite aber mit dieser Achse zusammenfällt; und es ergibt sich, wenn der Winkel bei A ein rechter ist,

$$S = R \sin \alpha \text{ und}$$
$$N = R \cos \alpha.$$

Der Kraft S hat der Pfosten mit relativer Festigkeit zu widerstehen, und man muß ihn als in A und B frei aufliegend und in C mit S belastet ansehen. Denken wir uns ferner die Zerlegung von R auch in dem oberen Stützpunkte der Strebe, bei D, nach horizontaler und vertikaler Richtung vorgenommen, so wird

$$N' = R \cos \alpha \text{ und}$$
$$S' = R \sin \alpha.$$

Wirkt nun im Punkte E eine Kraft Q vertikal abwärts, so muß, in Beziehung auf den Punkt A, für den Fall des Gleichgewichts

$$Q \,.\, AE = N' AD \text{ sein,}$$

und setzen wir AE = l, die Länge der Strebe CD aber gleich a, so ist, AD = a sin α, folglich

$$Q\,l = R\, a \sin \alpha \cos \alpha$$
$$= \tfrac{1}{2} R\, a \sin 2\alpha$$

und hieraus

$$R = \frac{2Q\,l}{a \sin 2\alpha}.$$

Diese Formel zeigt auf den ersten Blick, daß R ein Minimum, wenn $\alpha = 45^0$ wird. In diesem Falle nennt daher der Zimmermann das Band auch ein Ruheband.

Man sieht aus der angestellten Betrachtung ferner leicht ein, daß ein solches, einseitig angebrachtes, Kopfband, dem Pfosten oder der Mauer gegen welche es sich stützt, sehr gefährlich werden kann; und nur dann eine, allein lothrecht auf den Pfosten wirkende, Pressung resultirt, wenn zwei gleich belastete Kopfbüge unter gleichen Winkeln und in derselben Höhe sich gegen einen Pfosten stemmen.

Da der Punkt D, Fig. 17 **Taf. 21**, als sicher unterstützt angesehen werden kann, so kann man, nach Fig. 5 oder 6 **Taf. 22**, ein Sattelholz und ein Kopfband so anordnen, daß ersteres über den Punkt D noch 5 — 6 Fuß hinausragt, wodurch die freie Länge des Unterzugs abermals verringert, und seine Tragkraft vermehrt wird. Ebenso könnte man mehrere Sattelhölzer übereinander, und jedes obere über das untere hinauslegen, wenn hierdurch nicht die Schwierigkeit entstünde, diese Hölzer sicher zu befestigen, und unter einander fest zu verbinden; so daß man höchstens zwei solcher Sattelhölzer über einander zu legen pflegt.

§. 26.

Sind Anordnungen, wie die eben beschriebene, in mehreren Stockwerken über einander zu treffen, nach Fig. 5 **Taf. 22**, so entsteht die Unannehmlichkeit, daß die Unterzugspfosten der höheren Stockwerke auf dem Längenholze des Unterzugs aufstehen und das Schwinden des letzteren durch Druck noch vermehren helfen, so daß die Summe der hierdurch entstehenden Senkungen bei dem obersten Unterzuge bedeutend, und dadurch gefährlich werden kann. Es ist daher in solchen Fällen, und bei starken Belastungen, wie in Speichern 2c., besser, sich der, in Fig. 6 und 6 A **Taf. 22** dargestellten, Construction mit Doppelpfosten zu bedienen, wobei die letzteren den Unterzug umfassen, und das Schwinden der Langhölzer keinen nachtheiligen Einfluß auf sie ausüben kann. Sorgt man dafür, daß die, etwa nöthig werdenden, Stöße dieser Doppelpfosten gehörig abwechseln, legt zwei schwächere Balken zunächst an die Pfosten und durchzieht Alles mit den in der Figur

angedeuteten Schraubenbolzen, so dürfte die Construction kaum noch etwas zu wünschen übrig lassen; jedenfalls aber der früher erwähnten, und in Fig. 5 dargestellten, bei weitem vorzuziehen sein.

Bevor wir nun auf die Construction solcher Balkenlagen übergehen, bei denen einfache Balken nicht mehr ausreichen, wollen wir über die Bildung der eigentlichen Decke, d. h. über die Schließung der Balkenfache, das Nöthige besprechen.

§. 27.

Nur bei Anordnung eines Dübelgebälks ist die Decke durch das Gebälk selbst geschlossen, und eine solche kann von unten ohne weiteres gerohrt und geputzt werden. Oberhalb bringt man gewöhnlich, zunächst über den Balken, eine etwa 1½ Zoll hohe Schicht trockenen Sandes auf, der in die, durch das Zusammentrocknen der Balken, sich öffnenden Fugen dringt, und diese schließt. Ueber den Sand kommt dann wohl noch ein eben so starker Lehmschlag, und auf diesen endlich der Fußboden. Die Construction der Dübelgebälke selbst ist sehr einfach. Wie dies der Durchschnitt, Fig. 13 **Taf. 22**, zeigt, werden die, auf der oberen Seite unbearbeitet gelassenen, Balken dicht aneinander geschoben und, etwa alle 5 — 6 Fuß, durch hölzerne Dübel gegenseitig verbunden, wie solches in der Horizontalprojection Fig. 13 punktirt gezeichnet ist.

§. 28.

Die Fache in gewöhnlichen Balkenlagen werden sehr häufig durch sogenannte Windelböden geschlossen, bei welchen man gestreckte, ganze und halbe Windböden unterscheidet.

Die ersteren sind wenig im Gebrauch, und auch nur bei ganz untergeordneten Räumen anwendbar. Die Construction besteht darin, daß man sogenannte Schlehtstangen, d. i. etwa 3 Zoll im Durchmesser starke, runde oder auch gespaltene, Stangen von Kiefern-, Ellern-, Birken- ꝛc. Holz, die vorher mit Strohlehm umwunden werden, dicht nebeneinander, und mit abwechselnden Stößen, die auf die Balken treffen, auf letztere streckt und mit einigen hölzernen Nägeln befestigt. Oben und unten wird darauf Alles mit Strohlehm glatt gestrichen, oberhalb der Fußboden, gewöhnlich ebenfalls aus einem Lehmestrich bestehend, aufgebracht, und unterhalb werden die Balkenfelder wohl geweißt.

Der ganze Windelboden wird hergestellt, indem man, nach Fig. 1 und 2 **Taf. 22**, in einer Entfernung von etwa 2½ — 3 Zoll von der Unterfläche der Balken, Falze in dieselben einhauet, und in diese sogenannte Staakhölzer (Schlierhölzer), gespaltene bis 2½ Zoll starke, an den Enden zugeschärfte, mit Strohlehm umwundene (geschlierte) Hölzer dicht an einander einschiebt. Der untere Raum wird dann, bündig mit den Balken, vollends mit Lehm ausgetragen, und oberhalb werden die Balkenfache gewöhnlich ganz mit Lehm oder trockenem Schutt gefüllt. Diese Decken sind sehr schwer, und zum Theil sogar gefährlich, weßhalb sie den sogenannten halben Windelböden weit nachstehen.

Bei diesen werden die Falze, etwa 3 Zoll unter der Oberfläche der Balken, in diese eingehauen. In diese Falze werden nun häufig, wie bei den ganzen Windelböden, mit Strohlehm umwickelte Staakhölzer eingeschoben, doch bleiben die unteren Räume leer, und daher die Balken an der Decke hervorstehend. Oberhalb der Staakhölzer ist die Construction wie vorhin beschrieben.

Statt der mit Strohlehm umwickelten Staakhölzer nimmt man sehr häufig, nach Fig. 3 und 4 **Taf. 22**, Brettstücke oder Schwarten, die dann natürlich nicht mit Strohlehm umwickelt werden, sondern oberhalb nur einen Lehmverstrich erhalten. Die Bretter werden an den Seiten gewöhnlich nur gerade gehauen, auch nicht besonders dicht zusammengetrieben, um ein Quellen derselben, was, bei trockener Beschaffenheit, während der Putzarbeiten eintreten kann, unschädlich zu machen.

Soll eine solche Decke unterhalb eben werden, so muß die Unterfläche der Balken verschalt und gerohrt werden, wenn man es nicht vorzieht, eine Verschalung mit geschuppten Latten, in etwa ¾zölligen Entfernungen, bei denen das Rohren erspaart werden kann, anzuwenden.

In Viehställen pflegt man auch wohl die Staakhölzer, statt sie mit Strohlehm zu umwinden (zu „wickeln“, zu „windeln“), an der Oberfläche etwas zu verkohlen, um sie vor dem Verfaulen zu schützen. Die Wirksamkeit dieses Präservativs ist gering, und nur das Nichtwickeln rathsam, weil durch die aufsteigenden scharfen und feuchten Dünste der Lehm aufgeweicht werden und herabfallen würde.

Auf ganz ähnliche Weise, wie hier bei den Balkenfachen beschrieben, werden auch zuweilen die Fache der Riegel- oder Fachwerkswände geschlossen, „ausgestaakt“ oder „ausgeklebt“. An manchen Orten nennt man solche Wände „Bleichwände“. Die Construction ist ganz dieselbe wie bei den ganzen Windelböden beschrieben, nur werden die Falze in die Mitte der Verbandhölzer eingehauen. Die Staakhölzer stehen gewöhnlich lothrecht, können aber auch in wagerechter Lage angebracht werden. Das Erstere dürfte deßhalb den Vorzug verdienen, weil die Falze alsdann in die Riegel gehauen werden und die tragenden Pfosten nicht schwächen. Die Fache werden dann entweder auf beiden, oder auch nur auf einer Seite mit Strohlehm vollends ausgetragen und eben geputzt.

Statt der Staakhölzer wendet man zuweilen Ruthen

oder Schindeln an, mit denen die Fache ausgeflochten, und dann mit Lehm beworfen werden. Diese Methode steht der vorigen, mit umwickelten Staakhölzern, nach. Überhaupt aber ist die ganze Construction nicht viel werth, und ein Ausmauern der Fache mit Luftsteinen (ungebrannten Backsteinen) weit besser.

§. 29.

In holzreichen Gegenden wendet man eine Art Dübelgebälk, von schwächeren **Füllhölzern**, zwischen den eigentlichen Deckenbalken an, die entweder mit diesen parallel, oder senkrecht darauf gerichtet liegen. Sind im ersteren Falle die Hölzer für ihre freiliegende Länge zu schwach, wobei indessen zu berücksichtigen ist, daß sie eigentlich nur ihr eigenes Gewicht und die geringe Auffüllung bis zur Oberfläche der Balken zu tragen haben (da der Fußboden von den Hauptbalken getragen wird), so können in angemessenen Entfernungen, nach Fig. 7 **Taf. 22**, Querhölzer angeordnet werden, an welche die Füllhölzer, mit kreuzweis eingeschlagenen hölzernen Nägeln, geheftet werden. Diese Construction gewährt aber wenig Vertrauen auf ihre Haltbarkeit, und es ist gewiß besser, einfacher und auch nicht kostspieliger, statt der Querhölzer und der hölzernen Nägel, nach Fig. 7 A **Taf. 22**, schwache, eiserne Bänder über die Hauptbalken zu hängen, auf denen die Füllhölzer dann mit ihrer Unterfläche ruhen.

Liegen die Füllhölzer senkrecht auf der Balkenrichtung, so werden die Hauptbalken wie zu einem Windelboden gefalzt, nur muß man in diesem Falle den Falz zu einer förmlichen Nuth ausarbeiten, damit die Zapfen der Füllhölzer darin einen Halt finden, wie dies Fig. 8 **Taf. 22** zeigt. Die Füllhölzer sind unterhalb mit den Balken bündig, und oben wird der Raum bis zur Balkenoberfläche mit Lehm, Sand oder Schutt ausgefüllt. Diese Decken sind warm und fest, erfordern aber sehr viel Holz.

§. 30.

Schiebt man statt der Füllhölzer Bretter in die, in die Balken gearbeiteten, Nuthen, und zwar so, daß die Bretter, nach Fig. 9 **Taf. 22**, sich abwechselnd überdecken, so entsteht eine sogenannte **Einschieb- oder Stülpdecke**, die in rohester Gestalt erscheint, wenn statt der Bretter Schwarten genommen werden; aber sogar mit Zierlichkeit ausgebildet werden kann, wenn man die Bretter von gleicher Breite nimmt, nach Fig. 10 **Taf. 22** spundet, und da wo sie über einander greifen, kehlt. Hierbei müssen natürlich die vorstehenden Balken dann ebenfalls behobelt, und an den Kanten etwa abgefas't oder gestäbt werden. Dergleichen Decken sind auch in besseren Räumen sehr wohl anzuwenden, und können da, wo der Gips in hohem Preise steht, oder wo eine Ausbesserung der Gipsdecken beschwerlich wird (z. B. in Kirchen), von Vortheil werden.

Um die Bretter in die Falze bringen zu können, muß an jedem Balken ein Ausschnitt, **a** Fig. 9, von der Tiefe des Falzes und gleich der Brettbreite, ausgeschnitten werden.

Bei den nicht gespundeten, sondern nur überschobenen Brettern, werden die Fugen von oben gewöhnlich mit Lehm verstrichen, was bei den gespundeten unterbleiben kann. Der Raum bis zur Balkenoberfläche wird in beiden Fällen, wie früher beschrieben, ausgefüllt.

§. 31.

Ueber das Material zu diesen Ausfüllungen, wollen wir hier im Allgemeinen bemerken, daß es leicht, trocken, schlecht wärmeleitend und nicht feuergefährlich sein muß. Gewöhnlich nimmt man Bauschutt, den man durch den Abbruch alter Gebäude gewinnt, und gegen den Regen geschützt, aufbewahrt. Dies Material ist, wenn es keine leicht faulenden Bestandtheile enthält, gut; nur wird dadurch sehr häufig die Brut von Ungeziefer, namentlich von Wanzen, gleich in das neue Gebäude übertragen. Wegen der Leichtigkeit, und als schlechten Wärme- und Schallleiter, nimmt man zuweilen grobe Sägspähne als Füllmaterial, dieselben müssen aber vollkommen trocken sein, weil sie sonst leicht Veranlassung zur Fäulniß oder zur Entstehung des Hausschwammes geben können; außerdem erlaubt dies Material den Mäusen, sich darin Gänge und Nester zu bauen. Besser und schon oft mit Erfolg angewendet, sind Hechsel, oder Spreu (die Hülsen des Dinkels). Dies Material ist leicht in trockenem Zustande zu haben, weniger schwer als Sägspähne und ein eben so schlechter Wärmeleiter. Das Miniren der Mäuse verbietet sich, weil das Material durchaus nicht plastisch ist, und daher die darin gegrabenen Gänge immer wieder zufallen. Der Vorwurf der Feuergefährlichkeit ist nicht sehr begründet, denn wenn das Material auch in kleinen Quantitäten leicht brennt, so ist es, in Masse angewendet, doch auch ein bekanntes Löschmittel. Setzt man daher den Fall voraus, daß eine damit gefüllte Decke von unten durchgebrannt sei, so wird das in Masse herabstürzende Füllmaterial eher löschend als feuernährend wirken.

§. 32.

Noch müssen wir hier bemerken, daß man sowohl die Staakhölzer der Windelböden, als auch die Bretter der Einschiebdecken, statt in Falze oder in Nuthen zu legen, auf, an die Balken genagelte, Latten lagert, wie dies Fig. 11 **Taf. 22** zeigt. Es sollen auf diese Weise die Balken keine Schwächung erleiden. Eine solche dürfte aber, wenn

die Falze nicht zu weit von der Mitte der Höhe der Balken entfernt werden, wenig bedeuten, weil in dieser Gegend die „neutrale Achse“ der Hölzer liegt. Bei Anwendung der Latten hängt die Festigkeit der ganzen Decke von der der Nägel ab, und da solche von dem Rost zerstört werden können, zu dessen Enstehung das viele Waschen der Fußböden Veranlassung genug gibt, so ist die Construction mit den Falzen, wenn die Balken nicht gar zu schwach, oder etwa durch Dielen oder Bohlen ersetzt sind, vorzuziehen.

In einigen Gegenden Norddeutschlands, z. B. in Hamburg, läßt man die Balkenfache in der Höhe der Balken ganz hohl, und schließt die Decke nur dadurch, daß man gegen die Unterfläche der Balken Schalbretter nagelt, um diese zu rohren und zu putzen, und oberhalb einen gespundeten rauhen Dielenboden (2 Zoll stark) legt, auf welchem dann schwache Ripphölzer gestreckt werden, die den eigentlichen Fußboden tragen. Der Raum über dem rauhen Fußboden bis zur Höhe der Ripphölzer, wird mit Lehm und Sand gefüllt. Diese Decken bilden einen förmlichen Resonanzboden für die Verbreitung des Schalles von einem Stockwerk zum andern, und entbehren der Steifigkeit, welche die zwischen die Balken eingetriebenen Staakhölzer verleihen.

§. 33.

Eine sehr dichte und warme, aber auch bedeutend schwere Decke ist in Rußland (Umgegend von St. Petersburg) gebräuchlich. An die Seiten der Balken werden, nach Fig. 12 **Taf. 22**, Latten mit starken Schiffsnägeln genagelt, und auf diese $2\frac{1}{2}$ Zoll starke Dielen, dicht an einander getrieben, gelegt. Hierauf kommt eine Lage des schon beschriebenen **Woilock**, und auf diese werden Backsteine in Lehm gelegt, 'deren Oberfläche nun mit der der Balken in eine Ebene fällt; wonach die Stelle für die Latten bestimmt werden muß. Ueber die Balken wird dann wie gewöhnlich ein Fußboden gelegt.

§. 34.

In einigen Gegenden des Schwarzwaldes wird, unter der eigentlichen Balkenlage, die Zimmerdecke in Form eines flachen Gewölbes aus gefederten Dielen, nach Fig. 14 **Taf. 22**, construirt, und zwar so, daß die mittlere Feder, die keilförmig gestaltet ist, durch die Frontwand hindurchreicht, und von außen nachgetrieben werden kann, wenn die Bretter zusammentrocknen.

§. 35.

Die bisher beschriebenen Decken sind die gewöhnlich vorkommenden, wie sie mit einfachen Balken in 2—4füßiger Entfernung von einander, und auf eine Tragweite derselben von 18 — 20 Fuß, auszuführen sind. Sie werden gewöhnlich unterhalb verschalt und geputzt, und bilden eine ebene Fläche, einen sogenannten „Plafond“.

Will man die Decke aber mit Vertiefungen, sogenannten Cassetten, versehen, so kann man, vorausgesetzt daß die Holzconstruction sichtbar bleiben, und nicht Alles durch Gips und Stuck bedeckt werden soll, auf folgende Weise verfahren. Liegen die Balken nicht über 4 Fuß von einander entfernt, so setzt man, nach Fig. 15 **Taf. 22**, in gleichen Entfernungen, hohle, vom Schreiner gefertigte Kasten rechtwinklich auf die Balken zwischen diese, und befestigt dieselben durch schief eingetriebene Nägel. Im Innern der entstehenden quadratischen Räume werden, aus Dielstücken gekehlte, Leisten- und Gesimsglieder befestigt, und auch wohl noch der Grund der Cassetten durch eine besondere Holzvertäferung verziert. Oberhalb der Balken wird ein einfacher oder doppelter Fußboden gelegt.

Sind die Balken stark, und verlangt man nicht sehr tiefe Cassetten, was bei nicht sehr hohen Zimmern oft der Fall ist, so kann man auch noch einen halben Windelboden mit dieser Anordnung verbinden; wie solches die genannten Figuren zeigen. Liegen die Balken weiter als 3—4 und bis zu 6 Fuß von einander entfernt, so müssen statt der eben erwähnten hohlen Kasten, kurze Balkenstücke von denselben Querschnittsabmessungen wie die Hauptbalken, zwischen diese eingesetzt werden. Dies geschieht gewöhnlich nur mit einem schrägen Schnitte, wodurch aber ein bedeutender Seitendruck auf die Balken und zuletzt auf den Ort- oder Streichbalken ausgeübt wird, weßhalb es vorzuziehen ist, die eingesetzten Balkenstücke auch noch mit schwalbenschwanzförmigen Blättern, nach Fig. 2 **Taf. 23**, zu versehen, wodurch der Seitenschub aufgehoben, und Alles sehr fest mit einander verbunden wird. Die Verzierung der entstehenden Cassetten geschieht wie vorhin, und man kann ebenfalls noch eine Art halben Windelbodens anbringen, wenn man an den Wänden der Cassetten umher starke Latten annagelt, auf diese Bretter legt, und mit Füllmaterial bis zur Balkenoberfläche auffüllt. Will man die möglichst größte Tiefe der Cassetten erreichen, so kann man die eben erwähnten Latten mit zu den verzierenden Gliedern der Cassetten benutzen, und die eingelegten Bretter als Grund der Cassetten, in welchem Falle sie aber gespundet werden müssen. Gewöhnlich hat man aber Höhe genug, da 5—6 Fuß aus einander liegende Balken schon bedeutend stark sein müssen, und dann befestigt man schwache Bretter von unten gegen die Latten, welche nun den Grund der Cassetten bilden.

Durch die, zur Bildung der Cassetten, mit schrägen Schnitten eingelegten Balkenstücke werden die Hauptbalken geschwächt, und um dies wieder einzubringen, pflegen die

Franzosen die letzteren durch einen schrägen Schnitt zu trennen, dann die lothrechten Seiten wieder an einander zu legen, und durch einige Bolzen zu verbinden; wie solches in Fig. 3 **Taf. 23** dargestellt ist. Die schrägen Seitenflächen der Cassettenwände verursachen keinen Uebelstand, weil doch das Holzwerk mit dünnen Brettern (¼ Zoll stark) bekleidet werden muß, wenn man ein ordentliches Ansehen verlangt, wodurch dann die rechteckige Form wieder hergestellt werden kann.

§. 36.

Liegen die Hauptbalken in noch größeren Entfernungen als 5 — 6 Fuß, wie es bei großen Spannweiten gewöhnlich der Fall ist, und soll dennoch eine cassettirte Decke gebildet werden, so müssen verschiedene Längen und Querhölzer so zwischen die Hauptbalken eingesetzt werden, daß für die Cassetten quadrate Räume von höchstens 6 Fuß Seite entstehen. Soll z. B. über einen Raum von einigen dreißig Fuß Tiefe, eine Cassettendecke gebildet werden, so kann dies auf folgende Weise geschehen.

In Entfernungen von 13 — 14 Fuß lege man verstärkte (verzahnte oder verdübelte) Balken, **A** Fig. 1 **Taf. 23**, dazwischen, und auf diese sich stützend, Querhölzer **B**, **B** von der halben Höhe jener, in Entfernungen von 5—6 Fuß, der Größe der zu bildenden Cassetten angemessen, und zwischen diese, parallel zu den Hauptbalken, Riegel **C**, welche dann die Eintheilung in Cassetten vollenden. Die Querhölzer **B**, **B** erhalten auf den verstärkten Hauptbalken dadurch ein Auflager, daß man die oberen Hälften der letzteren, um 3 Zoll etwa, schmäler macht als die unteren, wodurch sich auf jeder Seite ein 1½ Zoll breites Auflager bildet; außerdem greifen die Hölzer **B** noch mit einer 1 Zoll tiefen schrägen Brüstung ein. Die Riegel **C** werden in die Hölzer **B**, wie Wechsel, mit schrägen Brustzapfen verzapft. Ueber dieses so hergestellte Gerippe, welches Fig. 1 **Taf. 23**, auf der linken Seite, in der Ansicht von oben zeigt, kann nun ein beliebiger Fußboden gelegt, und die Bekleidung der Balken mit Brettern, so wie die Verzierung der Cassetten mit Gesimsgliedern, auf die vorhin beschriebene, und in unserer Figur rechts in der Ansicht von unten dargestellte, Weise angeordnet werden. Die verstärkten Hauptbalken stehen mit ihrer unteren Hälfte vor, was der ganzen Decke noch mehr Abwechslung gewährt, und das Monotone einer großen, ganz gleich getheilten, Cassettendecke mildert.

Sollen dergleichen Decken ganz mit Putz überzogen werden, so daß die eigentliche Construction versteckt wird, so werden die, die Cassetten trennenden, Friese gewöhnlich als hohle Kästen von Brettern und Dielen dargestellt, und nur bei der Eintheilung der, die ganze Decke tragenden, Hauptbalken hat man die gehörige Rücksicht auf die Form der Cassetten zu nehmen. Wie dergleichen Decken construirt werden können, zeigen die in der Allgemeinen Bauzeitung*) mitgetheilten Decken des „Königsbaues" in München, wohin wir verweisen, und nur noch bemerken, daß es hauptsächlich, außer der Darstellung der beabsichtigten Form, noch darauf ankommt, das Schwinden und Werfen des Holzes möglichst unschädlich zu machen.

§. 37.

Man kann auch, nach dem sogenannten „Einschränkungssysteme", was in französischen Werken häufig angepriesen wird, mit kurzen Hölzern weit gespannte Decken construiren. Bei uns in Deutschland ist dies Verfahren noch nicht zur Geltung gekommen, weil bei uns die nöthigen langen Hölzer, bis jetzt wenigstens, noch zu haben sind. Das System besteht einfach darin, daß man kurze, starke Hölzer in einer im Allgemeinen mit der Diagonale des Raums parallelen Richtung, auf 2 einen Winkel einschließenden Mauern desselben lagert, auf diese wieder andere Hölzer, die mit den Mauern des Raumes parallel sind, dann diese abermals als Unterstützungen für, mit ersteren parallele Hölzer ansieht, und auf diese Weise die nöthige Länge der Balken so weit „einschränkt", bis die vorhandenen Hölzer ausreichen. Möglich ist eine solche Construction allerdings, aber nicht räthlich, so lange man auf andere Weise zum Ziele gelangen kann. Besonders dann ist die Construction mißlich, wenn man, auf die französische Weise, die Hölzer alle bündig legt, und daher entweder überblattet, oder in einander verzapft, indem alsdann die ganze Festigkeit von der Haltbarkeit dieser Verbindungen abhängt. Wir überlassen daher das Nähere dem mündlichen Vortrage, und führen nur noch an, daß man in dem schon genannten Werke von Emy, eine große Auswahl von dergleichen Decken finden kann. Ebenso erwähnen wir der, durch scheidrechte oder flache kreisförmige Gewölbe geschlossenen, Balkenfache nur in historischer Beziehung, weil sie bei Anwendung hölzerner Balken wohl nicht leicht wieder vorkommen dürften.

§. 38.

Um eine Feuer abhaltende Decke von den bisher besprochenen Materialien zu construiren, kann man die im (jetzt älteren) Museum in Berlin ausgeführten nachahmen, welche dort die Zwischendecken zwischen den unteren Sculptursälen und der oberen Bildergallerie bilden. Die Anordnung ist folgende. Ueber den, von massiven Säulen gestützten, steinernen Architraven liegen die, von unten sichtbaren, Balken in gleichen Zwischenräumen, und auf diesen schwache Kreuzhölzer, mit Zwischenräumen von nur

*) Jahrgang 1837.

einem Zoll. Ueber diese ist ein 3 Zoll hoher Lehmschlag gebracht, auf dem die Ripphölzer des Parketfußbodens liegen. Der Lehmestrich bildet hier die Feuer abhaltende Schicht, und ist, namentlich wenn dasselbe von oben kommt, gewiß von großer Wirkung. Deßhalb hat man dieselbe Anordnung auch bei dem Dachgebälk getroffen, nur blieb hier der Parketfußboden fort, und der Lehmestrich vertritt dessen Stelle. Auf demselben sind dann besondere Schwellen für die Construction des Dachgerüstes gestreckt, so daß dieses mit der Balkenlage durchaus in keiner directen Verbindung steht. Somit kann das Dach abbrennen, ohne das Feuer der Decke mitzutheilen. In Wien müssen alle Dachbalkenlagen auf diese oder eine ähnliche Weise construirt, und außerdem mit einem Backsteinpflaster, als Fußboden, versehen werden.

§. 39.

Zwischendecken über weite Räume, und zwar bis zu 60 Fuß, kann man am vortheilhaftesten mit Hülfe verzahnter oder verdübelter Balken construiren, die man anfänglich, in angemessenen Zwischenräumen, als Unterzüge legt, und darüber schwächere Balken in Entfernungen von 3—4 Fuß, die dann die eigentliche Decke bilden. Bei größerer Weite, und zwar von 50 Fuß an etwa, dürfte es indessen am besten sein, die verstärkten Balken nicht mehr als Unterzüge anzusehen, sondern in nur 4füßiger Entfernung anzuordnen, und dann dieselben als gewöhnliche Balken zu behandeln, d. h. auf die angegebene Art die Fache dazwischen zu schließen.

Bei dergleichen Balkenlagen zwischen großen Sälen verschiedener Stockwerke, ist es sehr oft anzurathen, die Decke des unteren von dem Fußboden des oberen ganz zu trennen, so daß die Erschütterungen dieses jener nicht mitgetheilt werden können. Man legt dann für die Decke eine besondere Balkenlage so zwischen die, für den Fußboden bestimmte, daß beide unabhängig von einander sich bewegen können, wie dies aus dem Querschnitte Fig. 4 **Taf. 23** hervorgeht. Eine Schließung der Balkenfache ist hier nicht anders zu bewirken, als daß man, von unten die Schalbretter, und von oben die Bretter des Fußbodens, an den Balkenunter- und Oberflächen befestigt. Die Balken, welche nur die Decke zu tragen haben, können schwächer genommen werden, als die, welche zur Tragung des Fußbodens bestimmt sind. Die beschriebene Anordnung ist dann besonders anzurathen, wenn die Decke eine sogenannte Gipsdecke mit reicher und schwerer Sculptur, oder kostbarer Malerei ist, an welcher Risse und Sprünge vermieden werden sollen, und der obere Saal etwa die Bestimmung eines Tanzsaales hat.

Welche Art der verstärkten Balken man für die Deckenconstruction anwenden will, ist ziemlich gleichgültig, und wird von den jedesmaligen Umständen abhängen. Zu berücksichtigen wird der, für die Construction nöthige, Höhenraum sein, welcher in den meisten Fällen sehr beschränkt ist, so daß sich in dieser Beziehung die verzahnten oder verdübelten Balken besonders empfehlen. Ist Höhe genug vorhanden, so könnte man auch, für die einzelnen Träger oder Unterzüge, niedrige Hängwerke nach dem System des doppelten Hängbocks construiren, bei denen aber die hölzernen Hängsäulen durch eiserne Hülsen zu ersetzen, und die Räume zwischen Streben, Spannriegel und Tramen mit eingeschobenen Dielen auszufüllen sein würden. Die ganze Construction empfiehlt sich nicht, und mag das Nähere darüber daher dem mündlichen Vortrage überlassen bleiben.

Ebenso lassen sich in einzelnen Fällen Sprengwerke für die Construction von Decken benützen, wenn nämlich die Umfangsmauern des Raumes stabil genug sind, um als Widerlager benützt zu werden. Die Streben werden häufig nur in Gestalt von Kopfbändern auftreten, und können dann ein Verzierungsmotiv abgeben, welches eine solche Decke sehr interessant machen kann. Wir haben bereits die Wirkungen solcher Kopfbänder kennen gelernt, und wissen, daß sie an ihrem Fuße einen horizontalen Schub ausüben; deßhalb pflegt man, nach Fig. 5 **Taf. 23**, diesen Fuß mit dem Ende des gestützten Balkens durch Doppelpfosten zu verbinden, die entweder in die Mauer eingelassen sein, oder frei vor derselben auf Kragsteine gestellt werden können; diese Doppelpfosten sollen den Druck der Streben auf den ganzen Mauertheil ab vertheilen. Besonders bei runden, oder regelmäßig vieleckigen Räumen dürften dergleichen Decken, unter den gemachten Voraussetzungen, anwendbar sein.

§. 40.

Sind Dachbalkenlagen über weite Räume zu construiren, so werden dieselben gewöhnlich so mit dem Dachgerüste verbunden, daß dieses das tragende Mittel für jene abgibt, und wir werden die hierher gehörigen Anordnungen in dem Kapitel von den Dächern zu besprechen haben. Hier können wir annehmen, daß immer in gewissen Entfernungen einzelne, hinreichend unterstützte, Binderbalken vorhanden sind, die als Unterzüge oder Träger auftreten, und mit deren Hülfe die Decke gebildet werden kann.

Zuweilen ist es nur die Decke eines Raumes, die gebildet werden soll, so daß darüber kein eigentlicher, eine Last tragender, Fußboden befindlich ist. In einem solchen Falle kann die Decke leicht hergestellt werden, indem man über die erwähnten Binder oder Unterzüge schwache Halbhölzer in Entfernungen von 4—5 Fuß streckt, und über diese gleich breite Bretter nagelt, über deren Fugen noch

gekehlte Leisten befestigt werden können, die der Decke ein regelmäßiges, geordnetes Ansehen geben. Wird hierbei alles Holzwerk sauber gehobelt, und die Binder etwa mit Brettern bekleidet, so kann durch Nachhülfe mit einigen farbigen Linien, eine charakteristische Decke construirt werden, die einer ebenen, eine glatte, langweilige Fläche bildenden Gipsdecke, weit vorzuziehen sein wird. Besonders bei Kirchen, Reit- und Exercierhäusern können dergleichen Decken häufig angeordnet werden, und sind dann den hölzernen, oft mit dem ganzen Firmament bemalten, von allerlei Fugen und Rissen durchzogenen Gewölben, bei weitem vorzuziehen.

Die Fälle, in welchen die Dachbalkenlage ganz offen bleibt, und die eigentliche Decke dachförmig im Zusammenhange mit der Dachconstruction gebildet ist, besprechen wir in Verbindung mit diesen Dachconstructionen selbst.

Soll indessen in einzelnen Fällen durchaus eine glatte ebene Decke gebildet werden, so muß man die, durch die Dachconstruction unterstützten, Binderbalken als Träger ansehen, und schwache Hölzer in 3—4füßigen Entfernungen mittels Schraubenbolzen an dieselben hängen; eine Construction, die möglichst zu vermeiden ist, weil sie durch die vielen Schraubenbolzen sehr vertheuert wird, und auch die Binderbalken durch die vielen Bolzenlöcher geschwächt werden.

§. 41.

Wir haben zu Anfang dieses Kapitels die Roste mit zu den Balkenlagen gerechnet, weil sie aus mehreren, eine Fläche bildenden Hölzern bestehen, und Lasten zu tragen bestimmt sind. Diese Hölzer unterscheiden sich, von den eben betrachteten, wesentlich dadurch, daß sie nicht auf große Längen frei liegen, sondern häufig unterstützt werden, daher nicht zu den Balken gerechnet werden können, und deßhalb auch den Namen Schwellen, Rostschwellen führen.

Wir haben es hier nur allein mit der Construction dieser Roste zu thun, ohne uns auf die Fälle, in denen sie Anwendung finden, jetzt schon einzulassen, was wir, unserem Plane nach, im dritten Theile unseres Werks, wo von den Fundirungen ausführlich die Rede sein wird, nachholen werden.

Im Allgemeinen besteht ein jeder Rost aus zwei Lagen von Schwellen, die sich rechtwinklig kreuzen, mit einander verbunden sind, und einen Belag von Dielen oder Bohlen tragen. Man unterscheidet zwei verschiedene Arten von Roste, den liegenden, auch Schwellrost genannt, und den Pfahlrost. Bei ersterem liegen die Schwellen der untersten Lage unmittelbar auf dem Baugrunde auf, während sie bei letzterem durch eingerammte Pfähle gestützt werden.

Jeder Holzrost muß so gelegt werden, daß seine Oberfläche noch immer etwas, und mindestens 1 Fuß, unter dem niedrigsten Stande des Grundwassers bleibt.

§. 42.

Der liegende Rost hat zunächst den Zweck, die von ihm zu tragende Last über den ganzen Raum den er bedeckt, gleichmäßig zu vertheilen, so daß er ein tieferes Einsinken in eine nachgebende Unterlage nicht verhindert, dieses aber gleichmäßig stattfinden läßt. Hiernach muß er in sich fest verbunden, und die einzelnen Hölzer müssen so stark sein, daß sie sich unter der ihnen aufgebürdeten Last nicht biegen.

Figur 6 **Taf. 23** zeigt einen solchen Rost, und zwar in **A** den Grundriß, in **C** einen Querdurchschnitt, und in **B** eine vordere Ansicht. Die Hauptverbandstücke desselben sind die Langschwellen **b, b**; sie müssen in den Stößen besonders gut verbunden, hier immer durch eine Querschwelle unterstützt, und die Stöße selbst so angeordnet sein, daß sie Verband unter einander halten. Man gibt diesen Schwellen eine Stärke von 7—11 Zollen, legt sie aber, wenn sie nicht quadratisch sind, hochkantig wie die Balken. Ihre Entfernung von einander muß so abgemessen werden, daß die über diese Langschwellen gelegten, 3 — 5 Zoll starken, Dielen sich unter ihrer Belastung nicht biegen. Diese Dielen werden auf den Schwellen nur durch hölzerne Nägel befestigt, weil allein ein Verschieben zu verhindern, und ein Abheben nicht zu befürchten ist. Um die Oberfläche möglichst rauh zu machen, werden die Dielen zuweilen geschuppt, d. h. mit der Querart eingehauen. Um die Langschwellen in ihrer parallelen Lage zu erhalten, liegen unter denselben die sogenannten Querschwellen **c, c** in Entfernungen von 4 — 6 Fuß. Sie haben dieselbe Stärke wie die Langschwellen, und erhalten, da wo sie sich mit diesen kreuzen, 2 — 3 Zoll tiefe Einschnitte, während die Langschwellen gar nicht eingeschnitten werden.

Bei der Anfertigung eines liegenden Rostes werden zuerst die Querschwellen, in den vorgeschriebenen Entfernungen, genau nach der Schnur und Bleiwage auf den Grund der Baugrube gestreckt, und die Langschwellen darauf gebracht. Bevor nun aber der Dielenbelag aufgelegt wird, wird der Raum unter denselben und zwischen den Schwellen, bis zur Oberfläche der Langschwellen, sorgfältig mit Lehm oder Bauschutt fest ausgeschlagen, oder auch wohl ausgemauert, so daß nirgend ein hohler Raum bleibt. Diese Ausfüllung bringt man auch noch zur Seite des Rostes in der Baugrube an, so daß sie bis unter die Belagsdielen reicht. Den Lehm kann man feststampfen; Sand und Bauschutt befestigt man aber dadurch am sichersten, daß man diese Materialien von oben nach unten vom Wasser durchziehen läßt.

Es ist deßhalb sehr wünschenswerth, während dieser Operation den Stand des Grundwassers in der Baugrube niedriger als die Unterfläche der Querschwellen zu halten.

Zuweilen wird ein solcher Rost noch mit einer Spundwand umgeben, die dann gewöhnlich das Ausdrängen des Erdkörpers unter dem Roste verhüten soll. Ohne uns hier weiter darauf einzulassen, ob und wann die Spundwand den erwarteten Nutzen gewährt, bemerken wir nur, daß niemals eine feste Verbindung der Spundwand mit dem Roste stattfinden darf, weil hierdurch dem Hauptzwecke des letzteren, ein gleichmäßiges Senken zu bewirken, geradezu entgegengewirkt würde.

Macht die Mauer, welche auf dem Roste gegründet werden soll, ein Eck, so muß der Rost dieser Gestalt folgen. Man kommt hier am leichtesten zum Ziele, wenn man die Langschwellen der einen Seite über diese hinausreichen, und als Unterlager oder Querschwellen für die andere Seite dienen läßt. Hierbei kommt natürlich der Dielenbelag für die beiden Mauern nicht in eine Horizontalebene zu liegen, allein dies schadet der Festigkeit und Solidität des Rostes gar nicht, wenn man nur dafür sorgt, daß auch der höher gelegene Rost noch unter dem niedrigsten Stande des Grundwassers bleibt, und die Oberflächen des Rostes für sich wagerecht liegen.

Ist das Eck nicht rechtwinklig, so ändert dies in der Construction nichts, als daß man, nach Fig. 1 **Taf. 24**, zunächst am Eck die Unterlagen oder Querschwellen auch schief legt, dann aber bald wieder in die zu den Langschwellen senkrechte Lage übergeht. Die Dielen des Belags müssen alle über sämmtliche Langschwellen hinweg reichen, und dürfen daher am Eck nicht etwa zu dreieckigen Stückchen zerschnitten, sondern nur an einer Seite schmäler gehalten werden, bis sie nach und nach wieder parallele Seiten erhalten können.

Die eben beschriebene Construction des liegenden Rostes ist die in Deutschland ziemlich allgemein übliche, während in England und Frankreich in manchen Stücken davon abgewichen wird. Namentlich pflegen die Franzosen alle Hölzer gewöhnlich zu überblatten, d. h. bündig zu überschneiden, was übrigens, wenn man nicht durch besondere Umstände dazu gezwungen wird, wenig oder gar keine Vortheile gewähren dürfte.

§. 43.

Der Pfahlrost unterscheidet sich schon wesentlich durch seine Bestimmung von dem liegenden; denn während dieser nur ein ungleichförmiges Setzen des darauf fundirten Gebäudes verhüten soll, bezweckt man bei Anordnung eines Pfahlrostes, das Setzen ganz zu verhindern. Der Pfahlrost hat zunächst die Bestimmung, das Gewicht des auf ihm gegründeten Bauwerks, auf den tiefer liegenden festen Baugrund zu übertragen, und ist daher eigentlich nur in den Fällen anwendbar, in welchen eine weiche, nachgebende Bodenschicht den guten, festen Baugrund bedeckt und durch erstere hindurch gerammte Pfähle den letzten erreichen.

Im Allgemeinen kann man seine Construction beschreiben, wenn man sagt, es sei ein Schwellrost, der nicht unmittelbar auf der Sohle der Baugrube, sondern auf den Köpfen eingerammter Pfähle ruhe. Die wichtigste Arbeit bei der Construction solcher Roste ist daher auch das Einrammen der Pfähle. Wir können uns auf diese Operation indessen hier nicht weiter einlassen und nur bemerken, daß es mit Hülfe der Rammen oder Schlagwerke geschieht.

Die einzurammenden Pfähle werden gewöhnlich nicht beschlagen, sondern nur von der Rinde befreit, und am unteren Ende pyramidal zugespitzt. Hierbei ist zu bemerken, daß die Spitze selbst nicht zu schwach ausläuft und auch die Kantenwinkel der Pyramide nicht zu spitzig werden, damit ein Aussplittern vermieden wird. Man gibt daher dieser Spitze die Gestalt einer vierseitigen Pyramide, deren Höhe gleich dem 1, 1 ½ bis 2fachen des Pfahldurchmessers ist, wie Fig. 2 **Taf. 24** eine solche zeigt; wobei noch zu bemerken ist, daß die äußerste Spitze wieder eine kleine, stumpfere Pyramide sein muß. Dreiseitige Pyramiden geben zu spitze Kantenwinkel, doch werden sie, um das Drehen der Pfähle beim Einrammen mehr zu verhüten, häufig vorgeschlagen.

Um die Pfahlspitzen beim Eindringen in festen Boden gegen Beschädigungen zu schützen, hat man an manchen Orten die Gewohnheit, sie vor dem Einrammen zu brennen. Dies Hülfsmittel dürfte sich indessen ziemlich unwirksam zeigen, denn wenn dadurch auch das Aufsplittern etwas verhindert werden sollte, so würde dafür das Ausbrechen einzelner Holzstückchen nur um so wahrscheinlicher werden. Sehr häufig werden daher die Pfahlspitzen in solchen Fällen mit Eisen armirt, d. h. mit sogenannten Pfahlschuhen versehen. Ein solcher besteht, nach Fig. 3 **Taf. 24**, aus einer eisernen Pyramide, die eben die Spitze bildet, und an welcher vier Federn angeschmiedet sind, die auf den Seitenflächen der Pfahlspitze aufliegen und hier durch eiserne Nägel befestigt sind. Das Aufbringen der Pfahlschuhe erfordert große Sorgfalt; weil nicht nur die Spitze genau in die Achse des Pfahles fallen, sondern auch die Verbindung des Schuhes mit dem Holze eine möglichst feste sein muß. Die Spitze des Pfahls darf, wenn derselbe mit einem Schuh versehen werden soll, nicht mehr zugeschärft, sondern muß senkrecht auf die Achse abgeschnitten werden, so daß eine quadratische Grundfläche von 4—9 Quadratzoll Inhalt entsteht. Eine eben so große Fläche muß der Pfahlschuh im Innern zwischen den vier Federn zeigen. Beim Anschlagen des Schuhes darf derselbe nicht „warm“ gemacht werden, damit durchaus keine

Verkohlung entsteht, und das Eisen überall mit dem festen Holze in Berührung kommt. Ferner darf die Eisenmasse selbst nicht zu unbedeutend sein, wenn man sich einige Wirkung von dem Pfahlschuhe versprechen will. Will man nur 3—5 Pfund Eisen dazu verwenden, so ist ein solcher Schuh, in den meisten Fällen, ganz unwirksam, ja sogar eher schädlich; und es erscheint ein Gewicht von 10 Pfund als das Minimum. Ob man überhaupt Pfahlschuhe anwenden soll oder nicht, ist eine im Allgemeinen schwer zu beantwortende Frage; neuere Versuche ziehen den Nutzen derselben sehr in Zweifel und zeigen, daß sie bei groben Sand- und Kiesboden gar keinen Nutzen gewähren, da die Pfähle ohne Schuhe noch etwas leichter eindringen.

Die Pfähle werden in Reihen, möglichst in der vorgeschriebenen Richtung, eingeschlagen, und zwar decken sich entweder die Pfähle der verschiedenen Reihen, wie in Fig. 4 **Taf. 24**, oder sie stehen schachbrettartig nach Fig. 5 ders. Taf. Diese letztere Stellung erleichtert das Einrammen in so fern etwas, als der zwischen den Pfählen befindliche Boden gleichmäßiger komprimirt wird, als bei der Stellung in sich deckenden Reihen.

Die Entfernung der Pfahlreihen von einander beträgt, je nach der zu tragenden Last, 3—5 Fuß, die der Pfähle in den Reihen gewöhnlich aber etwas mehr. Die Stärke der Pfähle beträgt 8—12 Zoll; und zwar soll man nach Perronet's Regel 8—9 Zoll starke Pfähle bis zu 50,000 Pfund, 12 Zoll starke höchstens mit 100,000 Pf. belasten.

Sind die Pfähle eingerammt, so müssen sie so abgeschnitten werden, daß ihre Köpfe alle in einerlei Horizontalebene liegen, und zwar so tief unter dem tiefsten Stande des Grundwassers, daß der aufgezapfte Rost mit seiner Oberfläche ebenfalls noch darunter bleibt. Die Horizontalebene stellt man am leichtesten dadurch her, daß man das Grundwasser in der Baugrube eine Zeitlang in Ruhe läßt, und dann den Stand des zur Ruhe gekommenen Wasserspiegels an den Pfählen bezeichnet.

Die Pfähle erhalten Zapfen, wenigstens sollten alle Pfähle Zapfen erhalten, weil diese das Verschieben der Rostbalken kräftig verhindern, was in vielen Fällen von großer Wichtigkeit sein kann. Das Anschneiden der Zapfen muß auf die Art geschehen, daß die Schnurschläge dazu über eine ganze Pfahlreihe zugleich gemacht werden, wobei es dann unvermeidlich sein wird, daß einige Pfähle die Zapfen nicht in der Mitte erhalten, und man muß daher bemüht sein, diese Schnurschläge so zu machen, daß möglicher Weise alle Pfähle Zapfen bekommen. Die Zapfen erhalten eine Breite von 2—3 Zoll, eine Länge von 6, und eine Höhe von 3—4 Zoll. Diejenigen Pfähle, auf denen die Rostbalken gestoßen werden sollen, erhalten möglichst lange Zapfen, damit die Enden der Rostbalken gegen das Ausweichen geschützt sind.

Die Rostbalken erhalten nur Zapfenlöcher und die Zapfen werden nicht verbohrt, weil an ein Abheben der Rostbalken gar nicht zu denken ist. Um die Rostbalken nicht zu schwächen, werden sie nur stumpf gestoßen, und wenn man ein Auseinanderziehen befürchtet, oder vermeiden will, legt man eiserne Klammern auf die Stöße, oder wirksamer, eiserne Schienen an die Seiten der Rostbalken, die man mit eisernen Nägeln befestigt. Sollen dergleichen Schienen Sicherheit gewähren, so müssen sie $2\frac{1}{2}$ bis 3 Zoll breit und 4—5 Linien stark sein, und mit 7—8 Zoll langen Nägeln befestigt werden.

Die auf die Pfähle gezapften Rostbalken erhalten demnächst ihre Verbindung unter einander, und eine Sicherung ihrer parallelen Lage, durch eine zweite Reihe von Verbandstücken, welche sie rechtwinklig kreuzen; dies sind die sogenannten Zangen, auch Querschwellen genannt. Da ein Verschieben dieser, nach der Länge der Rostbalken, nicht wohl denkbar ist, so erhalten letztere gar keine Einschnitte, sondern nur die Zangen.

Eine sorgfältige Ausfüllung, und in wichtigen Fällen eine Ausmauerung in den Rostfeldern ist, wie bei dem liegenden Rost, auch hier ein Haupterforderniß. Gewöhnlich hebt man, nachdem die Pfähle eingerammt sind, den Grund noch 2—3 Fuß tiefer aus (was zugleich das Anschneiden der Zapfen sehr erleichtert), stampft dann diesen Raum mit einem Lehmschlage aus und führt hierauf die Ausmauerung auf, die bis zur Oberfläche der Rostbalken sich erstrecken muß.

Wendet man so starke Belagsdielen an, daß diese allein im Stande sind, die ihnen aufgelegte Last zu tragen, so kann man die Zangen so weit einschneiden, daß sie mit ihrer Oberfläche in der Ebene der Dielen liegen, sonst läßt man auch wohl die Zangen vorstehen. Die Dielen werden, wie beim liegenden Rost, mit hölzernen Nägeln festgenagelt.

Einen, nach vorstehender Beschreibung construirten, Rost zeigt Fig. 4 **Taf. 24** bei **A** in der Horizontalprojection, bei **B** in der Ansicht von der Seite, und in **C** und **D** in zwei Querschnitten, von denen der erste durch eine Zange, der zweite durch eine Diele gelegt ist.

In Fig. 5 **Taf. 24** stehen die Pfähle schachbrettförmig, welche Stellung, wie schon bemerkt, das Einrammen derselben etwas erleichtert. Hierbei können natürlich nicht alle Zangen gerade über die Pfähle treffen, welche Anordnung bei sich deckenden Pfahlreihen gewöhnlich getroffen wird. Dies schadet indessen der Festigkeit des Rostes auch keineswegs. In unserer letzten Figur sind ferner die Zangen mit den Rostbalken förmlich verkämmt und ragen über die Dielen hervor.

Bei einer vorkommenden Veränderung der Richtung

des Rostes läßt man diejenigen Verbandstücke desselben, welche für die eine Seite die Rostbalken bildeten, für die andere als Zangen dienen, so daß der Dielenbelag, wie bei dem liegenden Roste Fig. 1 Taf. 24, in verschiedenen, aber für sich wagerechten Ebenen liegt.

Bei dem Pfahlrost ist die Anordnung einer Spundwand sehr gewöhnlich. Der Zweck derselben ist eine Verminderung des Wasserzudranges während des Baues und ein Zusammenhalten des Erdkörpers, welchen der Rost bedeckt. Da aber hier ein tieferes Einsinken des Rostes durchaus nicht in der Voraussetzung liegt, und auch nicht stattfinden darf, so ist eine innige Verbindung der Spundwand mit dem Roste auch nicht mehr nachtheilig, und man erreicht nun den Vortheil, auch unter dem Roste Spundwände anbringen zu können, was in vielen Fällen von großem Nutzen sein kann. Soll die Spundwand indessen den Rost nur umgeben, so erhält sie ihren passendsten Platz außerhalb der vorderen Pfahlreihe, weil sie so sämmtliche Pfähle des Rostes gegen das Ausdrängen schützen kann. Ja man thut oft gut, die Spundwand nicht zu nahe an die vordere Pfahlreihe zu setzen, weil sie dann das Eindringen der Rostpfähle nicht so hindert; denn jeden Falls muß die Spundwand zuerst eingeschlagen werden, weil ihre, an sich schon schwierige, Darstellung noch viel beschwerlicher werden würde, wenn der Boden durch die Rostpfähle schon komprimirt wäre.

Die Fig. 6 und 7 Taf. 24 zeigen zwei verschiedene Arten der Verbindung der Spundwand mit dem Roste. Bei der ersten, Fig. 6, ist die Spundwand über den Rost hinausgeführt (natürlich aber immer noch unterhalb des niedrigsten Wasserstandes), und statt des Holms mit einem Paar zangenartiger Hölzern versehen, von denen das eine die Fuge zwischen der Spundwand und dem Dielenbelag des Rostes deckt. Bei der zweiten, in Fig. 7 dargestellten, Anordnung ist angenommen, daß die Spundwand nicht über den Dielenbelag hinausragen darf, und es ist der Holm derselben, den man bei starken Spundpfählen überhaupt nicht wohl entbehren kann, mit dem vordersten Rostbalken zusammengebolzt. Die Zangen des Rosts sind nun auf den Holm schwalbenschwanzförmig aufgekämmt und reichen, wie die Belagsdielen, bis zur Vorderfläche desselben.

Auf die mancherlei Abweichungen von der hier beschriebenen Anordnung können wir uns nicht einlassen, und bemerken nur noch, daß die Anordnung, nach welcher die Spundwand an die Stelle der vorderen Pfahlreihe tritt, so daß die Rostpfähle derselben viereckig beschlagen und genuthet sind, und nur die Zwischenräume mit schwächeren Spundpfählen ausgefüllt werden, eben so wenig zu empfehlen [illegible] nach der man ihr hinter der ersten Pfahl[illegible] anweist.

Sechstes Kapitel.

Die Dächer.

§. 1.

Die Dächer haben den Zweck, die Gebäude von oben gegen die Einflüsse des Wetters zu schützen, wie dies die Mauern von der Seite thun, und sind daher ein ebenso wesentlicher Theil der Gebäude, wie die Mauern. Damit die Dächer diesen Zweck erfüllen können, müssen sie an und für sich dicht, d. h. gegen Regen und Schnee (zuweilen auch gegen Hitze und Kälte) undurchdringlich sein und außerdem eine solche Einrichtung erhalten, daß das Regenwasser, und das vom geschmolzenen Schnee herrührende, leicht und für das Gebäude unschädlich abgeführt wird.

Hieraus ergibt sich als nächste Bedingung, eine Wahl solcher Materialien für die Darstellung der Dachfläche selbst, daß solche den Einwirkungen der Atmosphäre hinlänglich Widerstand leisten und zugleich nicht feuergefährlich sind, und ferner, daß die Dachfläche eine geneigte Lage habe.

Einen Theil der Materialien, aus denen man die Dachflächen darstellt, haben wir bereits im ersten Theile dieses Werks, unter den Steinconstructionen besprochen, und einige andere werden wir in der Folge kennen lernen, so daß uns hier nur die Construction des Dachgerüstes, d. h. desjenigen Theiles eines Daches übrig bleibt, die der eigentlichen Dachfläche oder dem Deckmaterial zur Stütze dient.

Da das Dachgerüst überhaupt zunächst des Deckmaterials wegen vorhanden ist, so muß sich auch die Construction desselben nach jenem richten, und es folgte hieraus, daß wesentlich verschiedene Deckmaterialien, auch verschiedene Constructionen des Dachgerüstes bedingen müßten. Dies bezieht sich indessen hauptsächlich nur auf diejenigen Theile des Dachgerüstes, welche zur unmittelbaren Aufnahme des Deckmaterials bestimmt sind, als Latten und Bretterschalungen 2c. Die übrigen Constructionstheile sind zwar auch, was die nothwendige Neigung der Dachflächen und die durch die Gewichte der Deckmaterialien bedingte Tragfähigkeit anbelangt, durch das Deckmaterial bedingt, doch aber treten hier noch andere Umstände bestimmend auf, so daß oft ein und dieselbe Dachconstruction für verschiedene Materialien anwendbar ist.

Da das Dach ein so wesentlicher Theil eines Bauwerks ist, so hat die Form auch jeden Falls einen großen Einfluß auf die äußere Erscheinung des Gebäudes, so daß auch in dieser Beziehung ein Einfluß auf die Dachform ausgeübt wird, was einleuchten wird, wenn wir an die Dächer der Thürme erinnern.

Aber auch die Benützung des innern hohlen Raumes eines Daches ist sehr oft von Einfluß auf die Form, so [illegible] nicht wohl die Beschaffenheit des Deckmaterials [illegible] für die Form eines Daches aufstellen kön-

en, wenn wir auch zugeben müssen, daß sie nach einer Richtung hin die Grenze bezeichnet. Gewöhnlich sucht man nämlich, aus mehreren Gründen, die Dächer so flach als möglich, d. h. so wenig geneigt als möglich zu machen, und hier ist es eben die Natur des Materials, welche die Grenze bestimmt.

Soll daher ein Dach construirt werden, so müssen zuerst die Zwecke, welche man mit demselben (außer dem jedesmaligen, das Gebäude gegen die Einflüsse der Atmosphäre zu schützen), erreichen will, und das disponible Deckmaterial gegeben sein. Hiernach wird die Form sich ergeben; und diese auf die einfachste, zweckmäßigste und ökonomischste Weise darzustellen, wird daher die Aufgabe sein, welche wir, zunächst unter der Bedingung zu lösen haben, daß das Hauptmaterial des Dachgerüstes Holz sei.

§. 2.

Was die Form der Dächer anbelangt, so müssen wir, im Allgemeinen, solche mit ebenen, und solche mit gebogenen Flächen unterscheiden. Ferner solche deren Gebäude, in der Horizontalprojection, nur ausspringende Umfangswinkel zeigen, von denen bei welchen auch einspringende Winkel vorkommen. Erstere könnte man *einfache*, letztere *zusammengesetzte* Dächer nennen.

Die Dächer mit ebenen Dachflächen sind die bei weitem häufigsten, weßhalb wir diese zuerst betrachten wollen.

Die gewöhnlichste Form ist die, daß zwei gegen einander geneigte, sich in einer *Firstlinie**) schneidende, Flächen das Dach bilden, und ein solches nennt man ein *Satteldach*; an den Seiten ist dasselbe durch die lothrechten *Dachgiebelwände* geschlossen. Die beiden Dachflächen heißen *Langseiten*. Ein solches Dach erscheint im Allgemeinen als ein, auf einer seiner Seitenflächen ruhendes, dreiseitiges Prisma.

Sind die lothrechten Dachgiebel ebenfalls durch geneigte Dachflächen ersetzt, die sich mit den Langseiten in *Gräten* schneiden, so wird das Dach ein *Walmdach*; und die an die Stelle der Dachgiebel getretenen Dachflächen heißen *Walmseiten*. Ein solches Dach heißt ferner ein *ganzes* Walmdach, wenn die Trauflinien der Lang- und Walmseiten in einer Horizontalebene liegen, ein *halbes* oder *Krüppel-Walmdach*, wenn die Trauflinien der Walmseiten höher, gewöhnlich auf der halben Höhe der Langseiten liegen; von den vertikalen Dachgiebeln also die unteren Theile, in Gestalt von Paralleltrapezen, noch vorhanden sind. Der Punkt in welchem sich die beiden Gräte und die Firstlinie eines Walmdaches schneiden, heißt der *Anfallspunkt*.

Fallen beide Anfallspunkte eines Walmdaches in einen zusammen, so daß die Firstlinie ganz verschwindet, und das Dach (mit ebenen Dachflächen) die Gestalt einer Pyramide annimmt, so nennt man ein solches ein *Zeltdach*.

Denkt man sich durch die Firstlinie eines Sattel- oder Walmdaches, oder durch die Spitze eines Zeltdaches, eine Vertikalebene gelegt, und betrachtet nun eine der entstehenden Dachhälften als vollständiges Dach eines Gebäudes, so daß an die Stelle der gedachten Vertikalebene eine Wand oder Mauer tritt, so heißt ein solches Dach ein *Pultdach*; so daß man auch *Pultwalm-* und *Pultzeltdächer* hat, obgleich diese Benennungen gerade nicht sehr gebräuchlich sind.

Die hier beschriebenen Dachformen und deren Benennungen gelten auch für solche Dächer, deren Flächen gebrochen oder gebogen sind, und nur einige besondere Formen haben andere, diese näher bezeichnende, Namen bekommen. Das Sattel-, Walm- und Zeltdach, dessen ebene Dachseiten so gebrochen sind, daß die unteren Theile steiler, als die oberen liegen, nennt man, nach dem Erfinder dieser Form, dem französischen Architekten Mansard, *Mansardedächer*. Ein aus stetig gebogenen Dachflächen bestehendes Sattel- und Walmdach heißt, nach den dabei gewöhnlich benutzten Constructionshölzern, ein *Bohlendach*; und das Zeltdach bekommt in diesem Falle den Namen *Dachhaube*; hat letzteres zugleich einen Kreis zur Grundform, so entsteht das *Kuppeldach*.

Im Allgemeinen hat bei diesen Dachformen der Winkel, den die Dachflächen mit dem Horizonte bilden, keinen Einfluß auf die Benennung; doch unterscheidet man flache und steile Dächer. Wo hier die Grenze liegt, ist nicht bestimmt ausgesprochen, doch wollen wir solche Dächer, bei denen, ein Satteldach zum Grunde gelegt, die senkrechte Höhe des im Querschnitt erscheinenden Dreiecks mehr als den 5ten Theil der Grundlinie beträgt, steile, alle übrigen aber flache Dächer nennen. So wenig geneigte Dächer, daß man noch ohne Unbequemlichkeit darauf umhergehen kann, nennt man *Altandächer* oder *Terrassen*.

Noch müssen wir einiger Dachbenennungen gedenken, die sich auf die Größe der Neigung der ebenen Dachflächen beziehen, obgleich sie wenig gebräuchlich sind. So nennt man ein Dach, bei welchem die senkrechte Höhe des, im Querschnitt eines Satteldaches entstehenden Dreiecks, größer als die Grundlinie ist, ein *altgothisches* Dach. Ist die Höhe gleich der Grundlinie, so heißt das Dach ein *altdeutsches*, und ist das entstehende Dreieck ein gleichseitiges, ein *altfranzösisches*. Ist endlich die Höhe gleich der halben Grundlinie, so heißt das Dach ein *neudeutsches* oder ein *Winkeldach*. Doch sind, wie schon bemerkt, diese Benennungen ziemlich außer Gebrauch, und man bezeichnet die Neigung der Dachflächen allgemein durch das Verhältniß der Höhe zur Breite oder „Tiefe“ desselben,

*) Vergl. Theil I. pag. 116.

wobei man aber immer das Satteldach zu Grunde legt, und spricht daher von einem Drittel-, Viertel- ꝛc. Dache, je nachdem die Höhe ⅓, ¼ ꝛc. der Tiefe des Daches beträgt.

§. 3.

Um die Construction der verschiedenen Dächer kennen zu lernen, müssen wir die verschiedenen Bedingungen, unter denen dieselben vorzukommen pflegen, aufstellen, und dann die Mittel besprechen, welche man anzuwenden hat, um unter diesen Bedingungen die verlangte Dachform darzustellen. Hierbei nehmen wir die äußere Form als gegeben an, und begnügen uns mit der Angabe der einfachsten, zweckmäßigsten Constructionen, ohne uns auf viele Beispiele einzulassen. Wollten wir dies thun, so würden wir weit mehr Raum und Zeit dazu bedürfen, als uns hier vergönnt ist, und doch nicht alle, möglicher Weise vorkommenden, Fälle durchnehmen können. Ueberhaupt sind hinreichend genug Kompilatorien mit ausgeführten und projectirten Dachconstructionen vorhanden, so daß wir unsere Leser mit voller Beruhigung auf diese verweisen können, wenn es ihnen um das Studium von Beispielen und einzelnen Ausführungen zu thun ist. Wir wollen uns bemühen, eine möglichst systematische Entwicklung der verschiedenen Dachconstructionen zu geben, um unsere Leser dadurch zu befähigen, die erwähnten Kompilatorien mit Nutzen und einer gesunden Kritik zu studiren. Denn ein solches Studium halten wir nicht nur für wünschenswerth, sondern sogar für unerläßlich. Nur glauben wir, daß dieses nicht die Aufgabe eines Lehrbuches sein kann, sondern, daß in einem solchen nur die Prinzipien aufgestellt werden, und nur so viel Beispiele aufgenommen werden dürfen, als nöthig sind diese Prinzipien zur Anschauung zu bringen.

Wir betrachten nun:

A. Die einfachen Dächer

und zwar

A. Satteldächer.

I. Unter der Voraussetzung, daß eine von unten hinreichend unterstützte Dachbalkenlage vorhanden ist:

a) Dächer mit ebenen Dachflächen.

α) In unmittelbarer Verbindung mit der Dachbalkenlage.

1) Steile Dächer.

§. 4.

Das einfachste Satteldach entsteht unstreitig, wenn man, nach Fig. 1 **Taf. 25**, zwei Hölzer **a c** und **b c**, deren Längen zusammengenommen größer sind als die des Balkens **a b**, oben mit einander, und unten mit dem Balken verbindet; und mehrere dergleichen Gespärre oder Gebinde, wie eine solche Verbindung genannt wird, nach der Länge des Daches hinter einander aufstellt. Die beiden Hölzer **a c** und **c b** heißen Dachsparren, und auf denselben wird die Lattung oder Schalung für das Deckmaterial befestigt.

Ein solches Gespärre ist seiner Tiefe, d. i. der Länge des Balkens **a b** nach, eine unverschiebliche, feste Figur, und nehmen wir vorläufig an, die Verbindung der einzelnen Gespärre unter sich und mit den Giebeln, sei ebenfalls eine feste und unverschiebliche, so bildet das Dach ein, auf einer seiner Seitenflächen aufliegendes, dreiseitiges Prisma; und nehmen wir ferner an, der Balken **a b** liege ohne weitere Befestigung auf den Mauern oder Wänden **A** und **B**, so kann eine von außen auf das Dach wirkende Kraft, etwa die Gewalt des Windes, dasselbe entweder um eine seiner Kanten **a** oder **b** drehen, oder auf seiner Unterlage verschieben; angenommen, daß die einzelnen Hölzer sich weder biegen, noch daß sie zerbrechen können.

Stellt Fig. 2 **Taf. 25** ein solches Prisma dar, von der Länge **b** und dem Gewicht **Q** (einschließlich der beiden Giebel), und bezeichnen wir die, auf den Quadratfuß der Dachoberfläche senkrecht wirkende, Kraft des Windes mit **k**, und die in der Mitte der Seite **l** angreifende Kraft mit **P**, so ist $P = k l b$. Der Hebelsarm dieser Kraft, in Bezug auf Drehung um die Kante **A**, sei $= p$, so haben wir aus der Proportion:

$$\tfrac{1}{2} l - p : a = \tfrac{1}{2} a : l$$

$$p = \frac{l^2 - a^2}{2l},$$

wenn **a** die Länge der Grundlinie **AB** bezeichnet. Daher das Moment von **P** oder

$$P p = \frac{kb}{2}(l^2 - a^2).$$

Das Moment des Gewichts **Q** des Prismen, auf denselben Punkt **A** bezogen, ist aber $Q\frac{a}{2}$ und für das Gleichgewicht beide Momente gleichgesetzt, gibt

$$Q\frac{a}{2} = \frac{kb}{2}(l^2 - a^2),$$

und daraus ist

$$k = \frac{Q \cdot a}{b(l^2 - a^2)}.$$

Aus dieser Gleichung folgt $k = \infty$, d. h. die Unmöglichkeit einer Drehung um die Kante **A**, wenn $b(l^2 - a^2) = o$, d. h. $l = a$, oder das Dreieck **ABC** ein gleichseitiges wird.

Setzen wir ferner die senkrechte Höhe dieses Dreiecks $= h = na$, so wird $l^2 = \frac{1}{4}a^2 + h^2$; $l = \frac{a}{2}\sqrt{1 + 4n^2}$ und $l^2 - a^2 = \frac{a^2}{4}(4n^2 - 3)$; folglich

$$k = \frac{4Q}{ab(4n^2 - 3)}.$$

Betrachten wir nun die Verschiebung derselben Prismen durch eine, mit der Größe k' per Quadratfuß wirkende, Kraft, so ist die, wieder in der Mitte von l vereinigt anzunehmende, Kraft $P' = k'bl$ nach vertikaler und horizontaler Richtung in Seitenkräfte zu zerlegen. Die erstere werde durch H, die zweite durch V bezeichnet. Dann haben wir aus der Proportion:

$$P' : H = l : h$$
$$H = k'bh;$$

und aus

$$P' : V = l : \tfrac{1}{2} a = 2l : a$$
$$V = \frac{k'ab}{2}.$$

Für das Gleichgewicht haben wir daher, wenn der Reibungscoeffizient mit f bezeichnet wird,

$$H = f(V + Q)$$

oder

$$k'bh = f\left(Q + \frac{k'ab}{2}\right)$$

und, wenn wir für h den Werth na einführen,

$$k'nab = f\left(Q + \frac{k'ab}{2}\right),$$

und

$$k' = \frac{2fQ}{ab(2n - f)}.$$

Setzen wir $f = \tfrac{1}{3}$, so wird $k' = \dfrac{2Q}{ab(6n-1)}$; und für diesen Fall verhält sich

$$k : k' = 2(6n - 1) : 4n^2 - 3,$$

und es wird $k = k'$, wenn man $n = 3{,}0811$ setzt.

Hieraus folgt, daß für den Werth $n = 3{,}0811$ (und bei der Annahme des Reibungscoeffizienten $f = \tfrac{1}{3}$) die Gefahr des Kippens und Gleitens gleich groß, in allen den Fällen aber, in welchen n kleiner, auch das Dach leichter verschoben als gekippt werden kann; so daß man die letztere Bewegung nicht zu fürchten hat, da eine dreifache Tiefe als Höhe des Daches, bei Satteldächern niemals vorkommt.

§. 5.

Betrachten wir die in einem Dachgespärre, wie solches Fig. 1 Taf. 25 darstellt, erwachenden Kräfte und bezeichnen die Gewichte, welche wir uns in den Schwerpunkten der Sparren bc und ac, vertikal abwärts wirkend, angebracht denken, mit Q und R, und die Winkel, welche die Sparren mit dem Horizont bilden, mit α und β, so finden folgende Beziehungen statt.

Die Kräfte Q und R denken wir uns jede in zwei gleiche und parallele Seitenkräfte zerlegt, die durch A und c und durch B und c gehen. Die beiden in c vereinigten Kräfte, deren Summe $= \tfrac{1}{2}(Q + R)$ ist, zerlegen sich nach den Richtungen der beiden Sparren in zwei Seitenkräfte V und W; und zwar verhält sich:

$$\tfrac{1}{2}(Q + R) : V : W = \sin(\alpha + \beta) : \cos\beta : \cos\alpha,$$

und hieraus ist

$$V = \tfrac{1}{2}(Q + R)\frac{\cos\beta}{\sin(\alpha + \beta)},$$

und

$$W = \tfrac{1}{2}(Q + R)\frac{\cos\alpha}{\sin(\alpha + \beta)}.$$

Diese beiden Kräfte müssen nun in den Punkten A und B nach horizontaler und vertikaler Richtung zerlegt werden, und wir haben dann:

$$S = V\cos\alpha = \tfrac{1}{2}(Q + R)\frac{\cos\alpha\cos\beta}{\sin(\alpha + \beta)},$$

und

$$S' = W\cos\beta = \tfrac{1}{2}(Q + R)\frac{\cos\alpha\cos\beta}{\sin(\alpha + \beta)},$$

woraus ersichtlich wird, daß die beiden horizontalen Seitenkräfte, die man den Horizontalschub nennt, einander immer gleich sind, die Winkel α und β mögen so verschieden sein wie sie wollen.

Ferner haben wir, nach den Bezeichnungen in Fig. 1 Taf. 25,

$$N = V\sin\alpha + \tfrac{1}{2}Q = \tfrac{1}{2}Q + \tfrac{1}{2}(Q + R)\frac{\sin\alpha\cos\beta}{\sin(\alpha + \beta)},$$

und

$$N' = W\sin\beta + \tfrac{1}{2}R = \tfrac{1}{2}R + \tfrac{1}{2}(Q + R)\frac{\cos\alpha\sin\beta}{\sin(\alpha + \beta)}.$$

Beide Gleichungen addirt gibt, wie es aus der Natur der Sache folgen muß, $N + N' = Q + R$. Setzt man, wie es gewöhnlich der Fall ist, $Q = R$ und $\alpha = \beta$, so wird

$$S = S' = \tfrac{1}{2}Q\,\mathrm{cotg}\,\alpha,$$

und

$$N = N' = Q.$$

Bezeichnen wir die Sparrenlänge mit l, und die Belastung pro laufenden Fuß derselben mit q, so wird $Q = lq$, mithin

$$S = \tfrac{1}{2}lq\,\mathrm{cotg}\,\alpha.$$

Es sei ferner die Tiefe ab des Daches $= a$, und die Höhe desselben $= h$, so ist $l = \sqrt{h^2 + \tfrac{1}{4}a^2}$ und $\mathrm{cotg}\,\alpha = \dfrac{\tfrac{1}{2}a}{h} = \dfrac{a}{2h}$; und diese Werthe substituirt gibt:

$$S = \tfrac{1}{2}q\frac{a}{2h}\sqrt{h^2 + \tfrac{1}{4}a^2} = \frac{aq}{8h}\sqrt{4h^2 + a^2}.$$

Setzen wir $h = a$, so wird $S = 0{,}2795\ldots aq.$

» » $h = \dfrac{a}{2}$ » $S = 0{,}3535\ldots aq.$

» » $h = \dfrac{a}{3}$ » $S = 0{,}4507\ldots aq.$

Setzen wir $h = \frac{a}{4}$ so wird $S = 0{,}5590 \ldots a\,q.$

» » $h = \frac{a}{5}$ » $S = 0{,}6732 \ldots a\,q.$

» » $h = \frac{a}{6}$ » $S = 0{,}7906 \ldots a\,q.$

» » $h = \frac{a}{7}$ » $S = 0{,}9101 \ldots a\,q.$

» » $h = \frac{a}{8}$ » $S = 1{,}0308 \ldots a\,q.$

» » $h = \frac{a}{9}$ » $S = 1{,}1524 \ldots a\,q.$

» » $h = \frac{a}{10}$ » $S = 1{,}2748 \ldots a\,q.$

Der Kraft S muß zunächst das, vor dem Zapfenloche des Sparrens stehen bleibende, Holzstück mit seiner Parallelcohäsion widerstehen, und es ist daher zur Bestimmung der Entfernung des Zapfenloches von dem Balkenende, die in §. 3 des dritten Kapitels Seite 24 gegebene Formel zu benutzen. Ist so der Zapfen gesichert, so hat der Balken mit seiner absoluten Festigkeit derselben Kraft S zu widerstehen, welche indessen in den meisten Fällen, wegen der dem Balken aus anderen Ursachen zu gebenden Abmessungen, mehr als hinreichend sein wird.

Die Sparren haben zunächst mit rückwirkender Festigkeit der Kraft V zu widerstehen, d. h. es muß

$$V = m\,\frac{B\,H^3}{l^2} \text{ sein,}$$

wenn B und H die Abmessungen des Sparrenquerschnitts bezeichnen.

Es ist aber $V = \frac{1}{2}\,Q \operatorname{Cosec} \alpha = \frac{Q}{2 \sin \alpha}$, und wenn wir die oben eingeführten Werthe setzen, haben wir $V = \frac{l^2 q}{2 h}$, daher aus

$$\frac{l^2 q}{2 h} = m\,\frac{B\,H^3}{l^2}$$

$$B\,H^3 = \frac{q\,l^4}{2\,h\,m},$$

oder

$$B\,H^3 = \frac{q}{2\,m} \cdot \frac{(4h^2 + a^2)^2}{16\,h}.$$

Ferner müssen die Sparren der Last Q mit relativer Festigkeit Widerstand leisten; und in dieser Beziehung haben wir, wenn Q die gleichförmig über den Sparren vertheilte Last bezeichnet, da der Sparren als an beiden Enden frei aufliegend, und in der Mitte mit $\frac{1}{2}\,Q \operatorname{Cos} \alpha$ belastet, angesehen werden muß,

$$\tfrac{1}{2}\,Q \operatorname{Cos} \alpha = 4\,n\,\frac{B\,H^2}{l}.$$

Die früheren Bezeichnungen eingeführt gibt, weil $\operatorname{Cos} \alpha = \frac{\frac{1}{2}\,a}{l} = \frac{a}{2\,l}$ ist,

$$\frac{a\,q}{4} = 4\,n\,\frac{B\,H^2}{l} = 4\,n\,\frac{B\,H^2}{\sqrt{h^2 + \frac{1}{4}\,a^2}},$$

und daraus ist

$$B\,H^2 = \frac{a\,q}{32\,n}\,\sqrt{4h^2 + a^2}.$$

Es leuchtet ein, daß B und H nach der Formel bestimmt werden müssen, welche die größten Werthe verlangt, und dies wird wohl fast immer die letztere sein. Nach Seite ~~26~~ 45 ist $n = 21$. Setzen wir nun in der Formel

$h = a$, so wird $B\,H^2 = 0{,}0033 \ldots a^2 q.$

$h = \frac{a}{2}$ » $B\,H^2 = 0{,}0021 \ldots a^2 q.$

$h = \frac{a}{3}$ » $B\,H^2 = 0{,}0018 \ldots a^2 q.$

$h = \frac{a}{4}$ » $B\,H^2 = 0{,}0017 \ldots a^2 q.$

$h = \frac{a}{5}$ » $B\,H^2 = 0{,}0016 \ldots a^2 q.$

$h = \frac{a}{6}$ » $B\,H^2 = 0{,}00157 \ldots a^2 q.$

$h = \frac{a}{7}$ » $B\,H^2 = 0{,}00155 \ldots a^2 q.$

$h = \frac{a}{8}$ » $B\,H^2 = 0{,}00153 \ldots a^2 q.$

$h = \frac{a}{9}$ » $B\,H^2 = 0{,}00152 \ldots a^2 q.$

$h = \frac{a}{10}$ » $B\,H^2 = 0{,}00152 \ldots a^2 q.$

In diesen Formeln sind B und H in württembergischen Zollen, a in dergleichen Fußen, und q in württembergischen Pfunden auszudrücken. Hierbei bemerken wir noch, daß es zweckmäßig sein wird, das Verhältniß von $B : H = 4 : 7$ zu nehmen, weil es hauptsächlich auf die Steifigkeit der Sparren ankommt, was die mittelalterlichen Baumeister sehr wohl wußten, indem sie häufig die ganzen Dachgebinde aus hochkantig gestellten Dielen construirt haben; und zwar nach geraden Linien.

§. 6.

Wenn wir nach dem Vorstehenden nun im Stande sind, die Dimensionen der einzelnen Holzstücke eines Dachgebindes zu bestimmen, so kommt es zunächst darauf an, die Entfernung der Dachgebinde von einander festzusetzen. Dies hängt zunächst von dem Gewichte des Deckmaterials und von der Stärke der Latten oder Schalbretter, die zur unmittelbaren Unterlage für das Deckmaterial dienen, ab. Bei

den in Württemberg gebräuchlichen Dachlatten, die 14—16 Fuß lang, 0,8 Zoll stark und 1½—2 Zoll breit sind, dürfen (Ziegeldächer angenommen) bei dem
einfachen Schindeldache die Dachgebinde nicht über 3½ Fuß
Doppeldache „ „ „ „ 3 „
Ritter- oder Kronendache „ „ „ „ 2½ „
von Mitte zu Mitte von einander entfernt sein.

Bei den Bretterschalungen zu den leichteren Schieferdächern könnte man, der geringeren Belastung wegen, die Entfernung der Sparren größer annehmen, doch ist es gerathen, um das Werfen der Schalbretter durch das öftere Nageln mehr zu verhüten, diese Entfernung nie mehr als 4 Fuß von Mitte zu Mitte betragen zu lassen. Auch bei Metalldächern dürfte aus demselben Grunde eine gleiche Sparreneintheilung beizubehalten sein. Bei den Asphalt- und Lehmdächern darf die Entfernung der Sparren, nach den neueren Erfahrungen, nicht über 3 Fuß betragen, besonders dann nicht, wenn auf diesen Dächern umhergegangen werden soll. Nur bei den Stroh- und Rohrdächern, die gewöhnlich mit halbrunden und stärkeren, sogenannten Spaltlatten versehen werden, kann die Entfernung der Sparrenmittel von einander 5—6 Fuß betragen. Bei den Theerpappendächern haben wir bereits, im I. Theile S. 149, die Entfernung der Sparren, als von der Breite der zu verwendenden Pappen abhängig, angegeben.

Außerdem wird man sowohl bei Latten als Schalbrettern die Sparrenmittel so einzutheilen suchen, daß sie mit der Länge der Latten 2c. so übereinstimmen, daß kein unnöthiger „Verschnitt“ entsteht, da Latten und Bretter jedesmal über der Mitte eines Sparrens gestoßen werden müssen.

Die hier angegebenen Entfernungen der Sparren von einander, gelten übrigens nicht nur für die gerade in Rede stehenden einfachen und kleinen Dächer, sondern sind auch für alle übrigen größern Dachwerke, bei denen Dachsparren vorkommen, maaßgebend.

§. 7.

Wenn nun auch die Entfernung der einzelnen Sparrengebinde von einander, durch die aufgenagelten Latten oder Schalbretter gesichert erscheint, so muß doch noch dafür Sorge getragen werden, daß jedes derselben in seiner lothrechten Ebene bleibt, oder daß das Dach seiner Länge nach nicht verschoben werden kann. Die hierauf bezüglichen Anordnungen nennt man die Construction des **Längenverbandes**. Ein solcher kann im Allgemeinen auf zwei verschiedene Weisen angeordnet werden; entweder dadurch, daß man jede Langseite des Daches zu einer in sich unverschieblichen Fläche gestaltet, oder daß man die beiden Dachgiebel durch ein oder mehrere, auf ihrer Fläche senkrecht stehende und unverrückbar mit ihnen verbundene (wenn auch offene), Wände verbindet, an welchen zugleich jedes Sparrengebinde einen Halt findet. In dem vorliegenden Falle, in welchem der innere Dachraum ganz frei gelassen ist, wird man auf die erstgenannte Construction geführt und man ordnet, als Längenverband des Daches, die sogenannten **Windrispen, Sturm- oder Schwebelatten ab** Fig. 3 **Taf. 25** an. Es sind dies 2½—4 Zoll hohe, 4—5 Zoll breite Hölzer, die von einem der Dachbalken ausgehend, in schräger Richtung, von unten mit der breiten Seite gegen die Sparren mit großen eisernen Nägeln genagelt, besser aber zugleich mit ihnen etwas überschnitten werden, unten greifen sie mit einer Klaue auf den Balken. Sie erhalten die in der Figur gezeichnete Lage, weil sie so dem Sturmwinde am besten Widerstand leisten. Ihre Wirksamkeit erklärt sich leicht dadurch, daß sie mit Hülfe der Latten und Sparren in der Langseite des Daches Dreiecke bilden, die jene zu einer unverschieblichen Fläche machen.

§. 8.

Die Verbindung der Sparren mit dem Balken geschieht gewöhnlich mittelst des unverbohrten schrägen Zapfens Fig. 22 **Taf. 4**, und es ist nur zu bemerken, daß der fast immer schwächere Sparren auf dem Balken so eingezapft wird, daß er auf einer Seite mit demselben bündig ist, mithin das Zapfenloch sich nicht auf der Mitte des Balkens befindet. Am First des Daches, wo beide Sparren zusammenstoßen, erhalten sie ihre Verbindung gewöhnlich durch den Scher- oder Schlitzzapfen Fig. 17 **Taf. 4**, und werden hier verbohrt. Bei schwachen Sparren zieht man übrigens die Ueberblattung dem Schlitzzapfen vor, weil dann jedes Blatt wenigstens die halbe Holzbreite als Stärke erhält.

Da bei dem Einzapfen der Sparren in den Balken, des Sparrenschubs wegen, immer Holz vor dem Zapfenloche stehen bleiben muß, so entsteht hieraus die Unbequemlichkeit, daß man wegen der Eindeckung sogenannte **Aufschieblinge** oder **Leisten** anzubringen genöthigt ist. Dies sind keilartig gestaltete Hölzer A Fig. 4 und 5 **Taf. 25**, die unten stumpf auf den Balken gestellt, mehr oder weniger weit an dem Sparren hinaufreichen und hier, an ihrem dünnen Ende, durch einen oder zwei starke Nägel (Leistennägel) an den Sparren festgenagelt werden. Die Latten 2c. werden nun auf die Aufschieblinge genagelt und dadurch die Bildung einer Traufe möglich gemacht. Diese Aufschieblinge müssen zuweilen die Ausladung eines massiven Gesimses überragen, und da sie dasselbe nicht berühren dürfen, so werden sie von dem Sparren aus durch kurze Pfosten, die entweder vertikal, oder auch senkrecht auf dem Sparren stehen, unterstützt, wie dies in Fig. 5 **Taf. 25** gezeichnet ist.

§. 9.

Die beschriebene Anordnung hat aber mehrere Nachtheile. Läßt man nämlich die Aufschieblinge nicht bis zum First des Daches reichen, so entsteht in der Dachfläche ein Bruch (sogenannter „Wassersack"), der ein Klaffen der Ziegel verursacht, schlecht aussieht und Gelegenheit zum Eindringen von Wasser und Schnee gibt. Das von der First kommende Wasser wird nämlich auf der unteren, weniger geneigten Dachfläche langsamer fließen und kann, durch starken Wind aufgehalten und gegen die Dachfläche gedrückt, trotz dem, daß die Ziegeln nur innerhalb klaffen, in das Innere des Daches getrieben werden. Diesen Uebelstand kann man nun zwar vermeiden, wenn man die Aufschieblinge bis zur First reichen läßt; dann macht man aber eigentlich doppelte Sparren und gibt, abgesehen von dem großen Holzaufwande, den Nägeln der Aufschieblinge fast allein die Last der Eindeckung zu tragen, was bedenklich erscheint.

Man hat sich daher bemüht, die Aufschieblinge ganz zu beseitigen, und wenn dies auch eigentlich erst bei den sogenannten Pfettendächern (siehe weiter hin) vollkommen erreicht wird, so kann man doch auch bei den in Rede stehenden Sparrendächern Anordnungen treffen, die dem Zwecke entsprechen.

§. 10.

Bei vielen mittelalterlichen Dachconstructionen kommt es vor, daß die Sparren nur mit einem „schrägen Schnitte" in dem Balken stehen, und dieser letztere nach der Richtung der Sparren oder „dachrecht" abgeschnitten ist, wie solches Fig. 6 **Taf. 25** zeigt. Wenn hierbei die Schräge des Schnittes richtig geneigt und der Balken breiter als der Sparren ist, so daß der Zusammenhang des Holzes weniger gestört wird, wie in dem Grundrisse Fig. 6 angenommen, außerdem der Sparrenwinkel nicht zu flach ist, so dürfte diese Verbindung die Verzapfung vollkommen ersetzen. Der Schnitt **A B** Fig. 6 muß aber senkrecht sein zu der Richtung der Komposanten, welche sich aus den am Fuße des Sparrens thätigen Kräften ergibt. Nach Fig. 1 und §. 5 dieses Kapitels ist aber $S = \frac{1}{2} Q \operatorname{cotg} \alpha$ und $N = Q$, daher die aus beiden gebildete Komposante $R = \sqrt{S^2 + N^2}$. Die Richtung derselben ergibt sich aber, wenn wir den Winkel **R C S** mit φ bezeichnen, durch $\operatorname{tg} \varphi = \frac{N}{S} = \frac{Q}{\frac{1}{2} Q \operatorname{cotg} \alpha} = \frac{2}{\operatorname{cotg} \alpha} = 2 \operatorname{tg} \alpha$. Verlängert man daher die Tangente des Winkels α, also z. B. die Linie **D E** bis **F**, so daß **E F** = 2 **D E** wird, und verbindet **F** und **C** durch eine gerade Linie, so ist durch diese die Richtung der Komposanten **R**, und nach der eben gemachten Bemerkung auch die des Schnittes **A B** gegeben.

Ist der Winkel α klein, so wird eine Anordnung nach Fig. 7 **Taf. 25** vorzuziehen sein, denn wollte man den schrägen Schnitt schon von der vorderen Kante des Sparrens anfangen lassen, so würde, wie dies die punktirten Linien zeigen, der Balkenkopf zu sehr geschwächt werden. Auch ist es sehr anzurathen, in einem solchen Falle noch eine Sparrenschwelle **H** Fig. 7 anzubringen, auf welche der Sparren gekämmt, und welche mit dem Balken ebenfalls durch Verkämmung verbunden ist. Wenn man eine Biegung des Sparrens zu befürchten hat, wodurch ein Ausheben des Sparrenfußes aus dem Balken verursacht werden könnte, so kann man dieser Bewegung durch ein Dielstück **G**, was nach Fig. 7 in den Balken und Sparren etwas eingelassen und mit eisernen Nägeln befestigt wird, zuvorkommen; ein Hülfsmittel, was ebenfalls ziemlich häufig bei mittelalterlichen Dächern angewendet ist.

Man hat auch vorgeschlagen, statt der Auf- sogenannte Unterschieblinge nach Fig. 8 **Taf. 25** anzuordnen. Wenn diese indessen Sicherheit gewähren sollen, so müssen sie mit dem Sparren verdübelt und wenigstens durch einen Schraubenbolzen mit demselben verbunden werden, wodurch die Anordnung so theuer werden dürfte, daß man sie wohl durch eine andere ersetzen wird.

Das hier beschriebene Dach, welches die Grundlage aller übrigen bildet, obgleich es in dieser einfachsten Gestalt nur bei Gebäuden von ganz geringer Tiefe angewendet wird, wollen wir das einfache Sparrendach nennen.

§. 11.

Werden die Sparren so lang, daß sie zwischen ihren Enden noch einer Unterstützung bedürfen, so kann diese, ohne Anwendung sogenannter Dachstühle (von denen weiter unten), auf zweierlei Weise angeordnet werden; entweder dadurch, daß man, nach Fig. 9 **Taf. 25**, von der Mitte aus nach dem Dachbalken eine Strebe stellt, oder nach Fig. 10 ders. Tafel, einen Kehlbalken zwischen den Sparren anbringt.

Ist **D**, in Fig. 9 **Taf 25**, die Mitte von **A C**, so kann man, für die Praxis hinreichend genau, annehmen, die über **A C** gleichmäßig verbreitete Last **Q** sei so vertheilt, daß in **A** und **C** je ¼, in **D** aber ½ **Q** vertikal abwärts wirke, so daß in C, $2 \cdot \frac{1}{4} Q = \frac{1}{2} Q$ nach der Richtung der beiden Sparren in Seitenkräfte zu zerlegen ist. Nach den in der Figur angegebenen Bezeichnungen ist daher:

$$V = \frac{1}{4} Q \operatorname{Cosec} \alpha$$

$$v = \frac{1}{2} Q \frac{\operatorname{Cos} \beta}{\sin(\alpha + \beta)}$$

$$R = V + v = \frac{1}{4} Q \left(\operatorname{Cosec} \alpha + 2 \frac{\operatorname{Cos} \beta}{\sin(\alpha + \beta)}\right),$$

und

$$w = \frac{1}{2} Q \frac{\operatorname{Cos} \alpha}{\sin(\alpha + \beta)}.$$

Sollen die Wirkungen im Punkte E bestimmt werden, so ist w nach horizontaler und vertikaler Richtung in Seitenkräfte zu zerlegen, und wir haben

$$Z = w \sin\beta = \frac{1}{2} Q \frac{\cos\alpha \sin\beta}{\sin(\alpha+\beta)},$$

und

$$s = w \cos\beta = \frac{1}{2} Q \frac{\cos\alpha \cos\beta}{\sin(\alpha+\beta)}.$$

Die im Punkte A wirkende Kraft R ist, zur Bestimmung des Horizontalschubes S, nach horizontaler und vertikaler Richtung zu zerlegen. Dies gibt

$$S = R \cos\alpha = \frac{1}{4} Q \left(\cot\alpha + \frac{2 \cos\beta \cos\alpha}{\sin(\alpha+\beta)}\right),$$

und

$$N = R \sin\alpha = \frac{1}{4} Q \left(1 + \frac{2 \cos\beta \sin\alpha}{\sin(\alpha+\beta)}\right).$$

Addirt man N, Z und $\frac{1}{4}$ Q, so muß die Summe = Q werden. Es ist aber auch

$$\frac{1}{4} Q + \frac{1}{4} Q \left(1 + \frac{\cos\beta \sin\alpha}{\sin(\alpha+\beta)} + 2 \frac{\cos\alpha \sin\beta}{\sin(\alpha+\beta)}\right)$$
$$= \frac{1}{4} Q + \frac{1}{4} Q (1 + 2) = Q.$$

Soll nun die Strebe DE unter der Bedingung angeordnet werden, daß S ein Minimum wird, so ist dies nur von dem Winkel β abhängig, und es muß unstreitig, in der Formel für S, der Ausdruck $2 \frac{\cos\alpha \cos\beta}{\sin(\alpha+\beta)}$ ein Minimum werden. Dies ist aber der Fall, wenn der Nenner ein Maximum wird.

Lösen wir nun den Nenner auf und dividiren dann Zähler und Nenner durch $\cos\alpha \cos\beta$, so entsteht $\frac{2}{\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\beta}$; dieser neue Nenner wird aber zum Maximum, wen $\operatorname{tg}\beta = \infty$ wird, und dies ist der Fall für $\beta = 90^0$; und wir haben alsdann

$$S = \frac{1}{4} Q \cot\alpha.$$

Ferner wird für diesen Fall v = o und

$$w = \frac{1}{2} Q \frac{\cos\alpha}{\sin(\alpha + 90)} = \frac{1}{2} Q;$$

ebenso $Z = \frac{1}{2} Q$ und $s = o$; $R = V = \frac{1}{4} Q \operatorname{Cosec}\alpha$ und

$$N = V \sin\alpha = \frac{1}{4} Q.$$

Eine vertikale Stellung der Strebe DE, wie sie rechts in unserer Figur gezeichnet ist, geht daher als die vortheilhafteste aus der geführten Rechnung hervor.

In §. 5 dieses Kap. haben wir den Horizontalschub S bei dem einfachen Sparrendache = $\frac{1}{2}$ Q cotg α gefunden und in dem vorliegenden Falle = $\frac{1}{4}$ Q cotg α, mithin nur halb so groß. Nehmen wir daher die in §. 5 gebrauchten Bezeichnungen für die Tiefe und Höhe des Daches auch hier an, und setzen

$h = a$, so wird $S = 0{,}1397 \ldots aq.$

$h = \frac{a}{2}$, " " $S = 0{,}1767 \ldots aq.$

$h = \frac{a}{3}$, so wird $S = 0{,}2253 \ldots aq.$

$h = \frac{a}{4}$, " " $S = 0{,}2795 \ldots aq.$

$h = \frac{a}{5}$, " " $S = 0{,}3366 \ldots aq.$

$h = \frac{a}{6}$, " " $S = 0{,}3953 \ldots aq.$

$h = \frac{a}{7}$, " " $S = 0{,}4550 \ldots aq.$

$h = \frac{a}{8}$, " " $S = 0{,}5154 \ldots aq.$

$h = \frac{a}{9}$, " " $S = 0{,}5762 \ldots aq.$

$h = \frac{a}{10}$, " " $S = 0{,}6374 \ldots aq.$

Um die Abmessungen der Sparren, in Beziehung auf ihre relative Festigkeit, zu bestimmen, muß jede Sparrenhälfte für sich betrachtet werden, wenn der Punkt D als unterstützt angesehen wird. Ueber jede dieser Hälften ist dann die Hälfte der Last Q gleichförmig vertheilt, mithin wirkt in der Mitte jeder Sparrenhälfte $\frac{1}{4}$ Q Cos α, oder nach der eingeführten Bezeichnung $\frac{1}{4} l q \cos\alpha = \frac{1}{4} l q \frac{a}{2l} = \frac{aq}{8}$. Da jedes Sparrenende (unter der Voraussetzung, daß der Sparren seiner ganzen Länge nach aus einem Stücke besteht), so anzusehen ist, als ob es an einem Ende fest eingespannt wäre, und am andern frei aufliege, so haben wir für die Bestimmung des Querschnitts die Gleichung

$$\frac{aq}{8} = 6n \frac{BH^2}{\frac{1}{2}\sqrt{h^2 + \frac{1}{4}a^2}} = 24 \cdot n \frac{BH^2}{\sqrt{4h^2 + a^2}}$$

und daraus

$$BH^2 = \frac{qa}{192\,n} \sqrt{4h^2 + a^2}.$$

Bei dem einfachen Sparrendache hatten wir (S. 76)

$$BH^2 = \frac{qa}{32\,n} \sqrt{4h^2 + a^2}$$

mithin ist das jetzige $BH^2 = \frac{1}{6}$ des früheren, und wir haben für

$h = a$, $BH^2 = 0{,}00055 \ldots a^2q.$

$h = \frac{a}{2}$, $BH^2 = 0{,}00035 \ldots a^2q.$

$h = \frac{a}{3}$, $BH^2 = 0{,}00030 \ldots a^2q.$

$h = \frac{a}{4}$, $BH^2 = 0{,}00028 \ldots a^2q.$

$h = \frac{a}{5}$, $BH^2 = 0{,}00027 \ldots a^2q.$

$h = \frac{a}{6}$, $S = 0{,}00026 \ldots a^2 q$.

$h = \frac{a}{7}$, $S = 0{,}00025 \ldots a^2 q$.

$h = \frac{a}{8}$, $S = 0{,}00025 \ldots a^2 q$.

$h = \frac{a}{9}$, $S = 0{,}00025 \ldots a^2 q$.

$h = \frac{a}{10}$, $S = 0{,}00025 \ldots a^2 q$.

Die Anordnung nach Fig. 9 **Taf. 25** hat indessen den Nachtheil, daß durch die Streben oder Pfosten **DE** der Dachraum versperrt, und die halbe Last des ganzen Daches in den Punkten **E** und **E'** auf den Balken **AB** übertragen wird, so daß diese Punkte gut unterstützt sein müssen, was nicht immer der Fall ist. Deßhalb zieht man gewöhnlich die Anordnung mit einem Kehlbalken der eben beschriebenen vor, obgleich auch diese ihre Nachtheile hat.

§. 12.

Nehmen wir den Kehlbalken **DE**, Fig. 10 **Taf. 25**, in der Mitte von **AC** und **CB** eingezapft an, so vertheilt sich die gleichmäßige Belastung **Q** des Sparrens wie in dem vorigen Falle, und wir haben mit Bezug auf die Figur:

$$V = W = \tfrac{1}{4} Q \operatorname{Cosec} \alpha.$$

In **D** muß die Last $\frac{1}{2}Q$, zu welcher streng genommen noch das halbe Gewicht des Kehlbalkens **DE** hinzukommt, jetzt nach der Richtung des Sparrens, und nach der des Kehlbalkens zerlegt werden, und wir haben

$$v = \tfrac{1}{2} Q \operatorname{Cosec} \alpha$$

und

$$w = \tfrac{1}{2} Q \operatorname{Cotg} \alpha.$$

Im Punkte **A** haben wir die Pressung $R = V + v$ nach horizontaler und vertikaler Richtung zu erlegen, und erhalten

$$S = R \operatorname{Cos} \alpha = \tfrac{1}{4} Q (\operatorname{Cotg} \alpha + 2 \,.\, \operatorname{Cotg} \alpha)$$
$$= \tfrac{3}{4} Q \operatorname{Cotg} \alpha$$

und

$$N = R \sin \alpha = \tfrac{1}{4} Q (1 + 2) = \tfrac{3}{4} Q.$$

Der Sparrenschub **S** erscheint hier dreimal so groß, als im vorigen Paragraph, und $\frac{3}{2}$mal so groß, als bei dem einfachen Satteldache, und wir haben daher, wenn

$h = a$ gesetzt wird, $S = 0{,}4191 \ldots aq$.

$h = \frac{a}{2}$ » » $S = 0{,}5301 \ldots aq$.

$h = \frac{a}{3}$ » » $S = 0{,}6759 \ldots aq$.

$h = \frac{a}{4}$ » » $S = 0{,}8385 \ldots aq$.

$h = \frac{a}{5}$ » » $S = 1{,}0098 \ldots aq$.

$h = \frac{a}{6}$ » » $S = 1{,}1859 \ldots aq$.

$h = \frac{a}{7}$ » » $S = 1{,}3650 \ldots aq$.

$h = \frac{a}{8}$ » » $S = 1{,}5462 \ldots aq$.

$h = \frac{a}{9}$ » » $S = 1{,}7286 \ldots aq$.

$h = \frac{a}{10}$ » » $S = 1{,}9122 \ldots aq$.

Was die Abmessungen der Sparren anbetrifft, so können diese nach den Formeln des vorigen Paragraphen bestimmt werden, denn auch hier können dieselben als in dem Punkte **D** unterstützt angesehen werden.

Der Kehlbalken hat zunächst der Kraft **w** mit rückwirkender Festigkeit zu widerstehen, und es muß daher, wenn seine Länge mit **l'** bezeichnet wird,

$$\tfrac{1}{2} Q \operatorname{Cotg} \alpha = m \frac{BH^3}{l'^2}$$

sein.

Nach unserer Bezeichnungsweise, und unter der Annahme, daß **D** die Mitte von **AC** sei, ist auch $l' = \frac{a}{2}$ und dann haben wir, da $\operatorname{Cotg} \alpha = \frac{\frac{1}{2}a}{h} = \frac{a}{2h}$, und $Q = ql = q\sqrt{h^2 + \frac{1}{4}a^2}$ ist,

$$\tfrac{1}{2} ql \frac{a}{2h} = m \frac{BH^3}{\left(\frac{a}{2}\right)^2} = \frac{aq}{4h} \sqrt{h^2 + \tfrac{1}{4} a^2} = 4m \frac{BH^3}{a^2}$$

und daraus

$$BH^3 = \frac{a^3 q}{32\, hm} \sqrt{4h^2 + a^2}.$$

In dieser Formel ist **H** die vertikale Abmessung des Kehlbalkens, während **B** dem **B** des Sparrens gewöhnlich gleich gemacht wird.

Es ist aber wohl zu bemerken, daß das eigene Gewicht des Kehlbalkens der Kraft **W** zu Hülfe kommt, indem dasselbe die Biegung des Kehlbalkens einleitet. Man hat daher auf diesen Umstand gehörig Rücksicht und daher das Verhältniß von $B : H = 4 : 7$ anzunehmen, um einen recht steifen Kehlbalken zu erhalten.

Belastet darf der Kehlbalken in diesem Falle nicht werden, weil er sonst außer seiner Befestigung an den Sparren, entweder in den Punkten **D** und **E**, oder in der Mitte seiner Länge unterstützt werden müßte.

Das eben beschriebene Dach wollen wir das **einfache Kehlbalkendach** nennen, und in Bezug auf die Anordnung des Kehlbalkens nur noch bemerken, daß er im-

mer in einer solchen Höhe angebracht werden muß, daß man wo möglich aufrecht darunter stehen kann, wozu 6½ Fuß genügen.

§. 13.

Muß der Sparren, außer an seinen Enden, noch zweimal unterstützt werden, so könnte dies durch zwei Kehlbalken geschehen, von denen dann der obere wohl den Namen Hahnen- oder Katzenbalken annimmt. Hierbei kommt indessen der untere Kehlbalken gewöhnlich zu tief zu liegen, und wird zu lang, so daß die in Fig. 11 **Taf. 25** gezeichnete Anordnung vorzuziehen ist, wenn man überhaupt in diesem Falle nicht lieber eine der weiter unten beschriebenen Constructionen anwenden will.

Was zuerst die Bestimmung der Punkte E und D betrifft, so sollte die Länge AC des Sparren (der aus einem Stück bestehend gedacht wird) in zehn gleiche Theile getheilt, und $AE = DC = {}^3/_{10}$, ED aber $= {}^4/_{10}$ von AC gemacht werden, weil nur so das Holz des Sparren der gleichmäßig vertheilten Belastung Q überall gleiche relative Festigkeit entgegensetzt; indessen wird man in der Praxis den Sparren meistens in drei gleiche Theile theilen.

Bezeichnen wir nun die in den Punkten A, E, D und C vertikal abwärts wirkenden Kräfte der Reihe nach mit Q′, Q″, Q‴ und Q^{IV}, so haben wir, nach den Bezeichnungen in der Figur:

$$V = Q^{IV} \operatorname{Cosec} \alpha,$$
$$v = Q''' \operatorname{Cosec} \alpha,$$

mithin

$$R = V + v = (Q^{IV} + Q''') \operatorname{Cosec} \alpha.$$

Ferner

$$w = Q''' \operatorname{Cotg} \alpha,$$
$$S = R \operatorname{Cos} \alpha = (Q^{IV} + Q''') \operatorname{Cotg} \alpha,$$

und

$$N = R \sin \alpha = Q^{IV} + Q'''.$$

Um die Größen von Q,′ Q″ ꝛc. zu bestimmen, denken wir uns den Sparren in E und D wieder zerschnitten, und haben dann, nach der zuerst angegebenen Theilung:

$$Q' = Q^{IV} = \frac{3}{20} Q \text{ und } Q'' = Q''' = \frac{7}{20} Q.$$

Ferner

$$S = \left(\frac{3}{20} Q + \frac{7}{20} Q\right) \operatorname{Cotg} \alpha = \tfrac{1}{2} Q \operatorname{Cotg} \alpha.$$

Nehmen wir aber eine gleiche Theilung des Sparren an, so wird

$$Q' = Q^{IV} = \tfrac{1}{6} Q \text{ und } Q'' = Q''' = \tfrac{1}{3} Q;$$

und auch dann

$$S = (Q^{IV} + Q''') \operatorname{Cotg} \alpha = \tfrac{1}{2} Q \operatorname{Cotg} \alpha,$$

mithin der Horizontalschub, bei beiden Annahmen für die Theilung des Sparren, eben so groß, wie bei dem einfachen Sparrendache, so daß die auf Seite 75 angegebenen Werthe für S auch hier gelten.

Was die Querschnittsabmessungen der Sparren, (die wir nun wieder als aus einem Stück bestehend ansehen) anbetrifft, so dürfen wir, unter der Annahme, daß dieselben in E und D als unterstützt angesehen werden können, nur einen Abschnitt derselben in Betracht ziehen, und haben daher, für eine gleiche Theilung der Sparren, die Gleichung

$$\tfrac{1}{6} Q \operatorname{Cos} \alpha = 6 n \frac{BH^2}{\tfrac{1}{3} AC}$$

und wenn wir die früher gebrauchte Bezeichnung auch hier wieder einführen

$$\tfrac{1}{6} q l \cdot \frac{a}{2 l} = 6 n \frac{BH^2}{\tfrac{1}{3}\sqrt{h^2 + \tfrac{1}{4} a^2}}$$

oder

$$\frac{1}{12} a q = 36 n \frac{BH^2}{\sqrt{4 h^2 + a^2}}$$

und daraus

$$BH^2 = \frac{aq}{432\ n} \sqrt{4h^2 + a^2} = {}^2/_{27}\ \frac{aq}{32\ n} \sqrt{4h^2 + a^2},$$

mithin dürfen wir die bei dem einfachen Sparrendache S. 76 gefundenen Werthe für BH^2 nur mit ${}^2/_{27}$ multipliciren, um die unserm jetzigen BH^2 entsprechenden zu finden. Setzen wir demnach

$h = a$, so wird $BH^2 = 0{,}000244 \ldots a^2q.$

$h = \frac{a}{2}$, „ „ $BH^2 = 0{,}000155 \ldots a^2q.$

$h = \frac{a}{3}$, „ „ $BH^2 = 0{,}000133 \ldots a^2q.$

$h = \frac{a}{4}$, „ „ $BH^2 = 0{,}000126 \ldots a^2q.$

$h = \frac{a}{5}$, „ „ $BH^2 = 0{,}000119 \ldots a^2q.$

$h = \frac{a}{6}$, „ „ $BH^2 = 0{,}000116 \ldots a^2q.$

$h = \frac{a}{7}$, „ „ $BH^2 = 0{,}000115 \ldots a^2q.$

$h = \frac{a}{8}$, „ „ $BH^2 = 0{,}000113 \ldots a^2q.$

$h = \frac{a}{9}$, „ „ $BH^2 = 0{,}000113 \ldots a^2q.$

$h = \frac{a}{10}$, „ „ $BH^2 = 0{,}000113 \ldots a^2q.$

Die Anordnung mit senkrechten Stützen EF, wie in Fig. 11, setzt eine Unterstützung des Dachbalken an dem Punkte F voraus. Ist diese nicht an dieser Stelle vorhanden, sondern, wie es gewöhnlich der Fall sein wird, mehr nach der Mitte des Balken zu angeordnet, so muß man von der sonst vortheilhaften vertikalen Stellung der Stützen absehen, und dieselben nach E′ F′ Fig. 11 anordnen. Alsdann zerlegt sich die Kraft Q″ in E′ in zwei

Seitenkräfte, von denen die nach der Richtung des Sparrens

$$v' = Q'' \frac{\text{Cos } \beta}{\sin(\alpha+\beta)},$$

und die nach der Richtung der Strebe

$$w' = Q'' \frac{\text{Cos } \alpha}{\sin(\alpha + \beta)} \text{ wird.}$$

Alsdann ist der Gesammtdruck am Fuße des Sparrens im Punkte **B** Fig. 11

$$R' = V + v + V'$$

$$= (Q^{IV} + Q''') \text{ Cosec } \alpha + Q'' \frac{\text{Cos } \beta}{\sin(\alpha + \beta)}$$

und bei einer solchen Anordnung der Stützen, daß sich die äußeren Enden des Sparren zu den mittleren wie 3 : 4 verhalten,

$$R' = \tfrac{1}{2} Q \text{ Cosec } \alpha + \frac{7}{20} Q \frac{\text{Cos } \beta}{\sin(\alpha + \beta)}.$$

Ferner

$$S = R \text{ Cos } \alpha = \tfrac{1}{2} Q \text{ Cotg } \alpha + \frac{7}{20} Q \frac{\text{Cos } \alpha \text{ Cos } \beta}{\sin(\alpha + \beta)},$$

nach welcher Formel S' berechnet werden kann.

Setzen wir $\beta = \alpha$, so ergibt sich

$$S' = \tfrac{1}{2} Q \text{ Cotg } \alpha + \frac{7}{20} Q \frac{\text{Cos}^2 \alpha}{\sin 2\alpha}$$

$$= \tfrac{1}{2} Q \text{ Cotg } \alpha + \frac{7}{20} Q \tfrac{1}{2} \text{ Cotg } \alpha$$

$$= \frac{27}{20} \tfrac{1}{2} Q \text{ Cotg } \alpha = 1{,}35 \; \tfrac{1}{2} Q \text{ Cotg } a,$$

so daß die auf Seite 75 für das einfache Sparrendach angegebenen Werthe für **S** nur mit 1,35 zu multipliciren sind, um sie für den vorliegenden Fall brauchbar zu machen.

Die Abmessungen der Sparren erleiden durch eine veränderte Stellung der Strebe **EF** begreiflich keine Abänderung.

Die Anordnung eines „Dachverbandes“ nach Fig. 11 **Taf. 25** kann in manchen Fällen Vorzüge vor anderen haben, bei denen mehrere horizontale Hölzer den Dachraum durchziehen, wenn nämlich letzterer etwa mit Garben, Stroh oder Heu vollgepackt werden soll, weil diese Gegenstände durch die horizontalen Hölzer gehindert werden, sich fest auf einander zu setzen, und dann diese selbst nachtheilig belasten. Nach Menzel *) sind dergleichen Dächer in Neuvorpommern, bei Rohr- und Strohbedachungen, bis zu einer Tiefe von 50—60 Fuß häufig in Gebrauch.

*) Menzel, „die hölzernen Dachverbindungen in ihrem ganzen Umfange.“ Halle, C. A. Kümmel 1846.

§. 14.

Was nun die Einzelheiten der in den Fig. 9 — 11 **Taf. 25** gezeichneten Dachverbindungen anbetrifft, so bemerken wir, daß der Längenverband auf dieselbe Weise, wie bei dem einfachen Sparrendache, Fig. 3 **Taf. 25**, durch Sturm- oder Schwebelatten, auch die Verbindung der Sparren unter sich am First und mit den Balken, auf dieselbe Weise hergestellt wird. Im Allgemeinen wollen wir hier ferner gleich bemerken, daß man wohl nur bei ungewöhnlichen Veranlassungen den Sparrenschub **S** berechnen, und danach die Entfernung des Zapfenloches von dem Balkenende bestimmen wird, vielmehr wird man der usuellen Regel folgen und diese Entfernung, wenn wirklich ein Einzapfen stattfindet, 5—6 Zoll groß machen.

Die Streben **DE**, Fig. 9, und **EF**, Fig. 11, wird man, wenn sie vertikal stehen, mit einem Kreuzzapfen, Fig. 21 **Taf. 4**, in den Balken einzapfen, in den Sparren aber, und bei schräger Stellung, auch in den Balken, mit einer Versatzung einstellen. Im Balken bedarf die Versatzung keines Zapfens, und am Sparren würden wir ein schwalbenschwanzförmiges Blatt, wenn auch nur 1 ½ Zoll stark, mit einem tüchtigen hölzernen Nagel neben der Versatzung, einem Zapfen vorziehen, wie dies in Fig. 12 **Taf. 25** gezeichnet ist.

Die Verbindung des Kehlbalkens mit den Sparren geschieht gewöhnlich durch den einfachen, schrägen, verbohrten Zapfen, Fig. 13, welchem wir aber ebenfalls eine Versatzung mit verbohrtem schwalbenschwanzförmigen Blatte, wie dies in Fig. 14 **Taf. 25**, gezeichnet ist, vorziehen müssen, wenn sich auch die Zimmerleute, aus nahe liegenden Gründen, gewöhnlich dagegen zu sträuben pflegen. Der Nagel eines verbohrten Zapfens gewährt wenig oder gar keinen Halt, so daß diese Verbindung auch nicht einmal als ein Charnier angesehen werden kann, was doch nothwendig ist, wenn man den Vortheil der Dreiecksbildung, welche durch den Kehlbalken bewirkt wird, nicht aufgeben will; auch ist die durch das Einblatten des Kehlbalkens erzielte Verbindung deßhalb vorzuziehen, weil dieser nun geschickter wird, eine seiner Tragkraft angemessene Belastung aufzunehmen, was bei der Einzapfung nicht der Fall ist.

§. 15.

Bisher haben wir uns die Dächer als aus lauter gleichen Gebinden zusammengesetzt gedacht, und wenn diese Constructionsweise, die im Mittelalter sehr gebräuchlich war, auch große Sicherheit gewährt, so macht sie doch viel Arbeit nothwendig, kostet viel Holz, wird durch beides kostspielig, und belastet das Gebäude zur Ungebühr. Deßhalb ist man bald von dem Gesichtspunkte ausgegangen,

nur einzelne Dachgebinde besonders fest zu construiren, diese in gewissen Zwischenräumen aufzustellen und den dazwischen liegenden dadurch eine Stütze zu geben. Diese stärker construirten Dachgebinde nennt man **Dachbinder** (Binder, Dachbunde), und die dazwischen liegenden **Zwischen-** oder **Leergebinde**. Letztere sind aber von den **Lehrgebinden** zu unterscheiden, welchen Namen der Zimmermann demjenigen Dachgebinde gibt, welches er zuerst „abbindet" und dann als **Lehre** oder **Chablone** für alle übrigen gebraucht.

Bei den mit einzelnen Dachbindern construirten Dächern kann man zwei verschiedene Anordnungen unterscheiden, ob nämlich die Sparren der Zwischen- oder Leergebinde durch **Kehlbalken**, und diese von den Bindern aus unterstützt werden, oder ob die Sparren der Leergebinde diese Unterstützung durch horizontal an ihrer Unterfläche liegende und sie rechtwinklich kreuzende Hölzer, sogenannte **Dachpfetten** erhalten, welch' letztere wiederum von den Bindern aus unterstützt werden. Die ersteren wollen wir allgemein **Kehlbalkendächer** nennen, die zweiten aber mit dem Namen **Pfettendächer** bezeichnen; von letzteren zuerst.

§. 16.

Der Binder des einfachsten Pfettendaches, Fig. 15 **Taf. 25**, entsteht, wenn wir uns ein Paar Sparren **AC** und **BC**, von hinreichender Stärke, mit dem Balken **AB** so verbunden denken, daß in **C** eine **Firstpfette** und bei **A** eine **Sparrenschwelle**, beide durch die ganze Länge des Daches reichend, angebracht werden können, welche nun den **Dachsparren DE** und **EF** an ihren Endpunkten eine Unterstützung gewähren, die Sparren **AC** und **BC** heißen nun **Hauptsparren**. Diese Binder **ABC** werden in solchen Entfernungen (gewöhnlich 12 bis 15 Fuß) von einander aufgestellt, daß die Firstpfette bei **C** im Stande ist, bei einer freien Länge gleich dieser Entfernung, die ihr von den Dachsparren übertragene Last zu tragen. Letztere werden im First bei **E** unter sich durch verbohrte Scherzapfen, und mit der Firstpfette sowohl, als mit der Sparrenschwelle, durch Verkämmung verbunden. Einen Längenverband erhält ein solches Dach einmal durch die Firstpfette, welche von den Dachgiebelwänden aus durch Kopfbüge (um eine Dreiecksverbindung zu erzielen) unterstützt wird, und dann durch Schwebe- oder Sturmlatten, die man unterhalb der Dachsparren anbringt.

Um die in einem solchen Dache thätig werdenden Kräfte kennen zu lernen, wollen wir die auf die Firstpfette, zwischen zwei Bindern, übertragene Last, einschließlich ihres eigenen Gewichts, mit **P** bezeichnen. Alsdann wirkt auch auf jeden Binder im Punkte **C**, wenn hier die Pfette gestoßen ist, (welchen Fall wir als den nachtheiligsten voraussetzen müssen), die Kraft **P** vertikal abwärts. Diese nach der Richtung der beiden Hauptsparren zerlegt, gibt die beiden gleichen Seitenkräfte

$$V = \tfrac{1}{2} P \operatorname{Cosec} \alpha,$$

und diese im Punkte **A** nach horizontaler und vertikaler Richtung zerlegt, erstere $S = V \operatorname{Cos} \alpha = \tfrac{1}{2} P \operatorname{Cotg} \alpha$, und letztere $N = V \sin \alpha = \tfrac{1}{2} P$.

Die Dachsparren **DE** seien mit der Last **Q** gleichmäßig über ihre Länge belastet; dann wirkt in **E** und **D** je $\tfrac{1}{2} Q$ vertikal abwärts, und wenn wir auf die Befestigung der Sparren im Punkte **E** keine Rücksicht nehmen, sondern sie hier als nur frei aufliegend betrachten, so müssen wir $\tfrac{1}{2} Q$ in zwei Seitenkräfte zerlegen, von denen die eine mit der Richtung des Sparrens zusammenfällt, die andere aber senkrecht darauf steht.

Erstere ist $v = \tfrac{1}{2} Q \sin \alpha$,
letztere $w = \tfrac{1}{2} Q \operatorname{Cos} a$.

Diese letztere ist nach horizontaler und vertikaler Richtung zu zerlegen, und dann haben wir erstere

$$p = w \sin \alpha = \tfrac{1}{2} Q \operatorname{Cos} \alpha \sin \alpha = \tfrac{1}{4} Q \sin 2\alpha,$$

und letztere

$$z = w \operatorname{Cos} \alpha = \tfrac{1}{2} Q \operatorname{Cos}^2 \alpha,$$

und von beiden Sparren, da sich die horizontalen Pressungen aufheben, die vertikalen aber addiren, letztere

$$2z = Q \operatorname{Cos}^2 \alpha.$$

Die Kraft v im Punkte **D** nach horizontaler und vertikaler Richtung zerlegt, gibt den horizontalen Sparrenschub

$$S' = v \operatorname{Cos} \alpha = \tfrac{1}{4} Q \sin 2\alpha,$$

und die Vertikalpressung $N' = v \sin \alpha = \tfrac{1}{2} Q \sin^2 \alpha$, wo hiezu noch $\tfrac{1}{2} Q$ addirt werden muß, so daß die gesammte im Punkte **D** wirkende Vertikalpressung sich $= \tfrac{1}{2} Q (1 + \sin^2 \alpha)$ ergibt.

Jedes Dachsparrenpaar übt auf die Firstpfette einen Vertikaldruck $= 2z = Q \operatorname{Cos}^2 \alpha$ aus, und liegen zwischen zwei Bindern, einschließlich des in der Ebene des Binders liegenden, n Sparrenpaare, so ist die Belastung der Firstpfette zwischen zwei Bindern $= n\, Q \operatorname{Cos}^2 \alpha$, welche Last als gleichförmig vertheilt angesehen werden kann, und welcher die Pfette mit relativer Festigkeit zu widerstehen hat. Obiges **P** ist mithin $= n\, Q \operatorname{Cos}^2 \alpha +$ dem eigenen Gewichte der Pfette.

Bezeichnen wir die Tiefe **DF** des Daches mit a, die Höhe **EH** mit h, und die Belastung pr. laufenden Fuß des Dachsparrens mit q, so daß $Q = q \sqrt{h^2 + \tfrac{1}{4} a^2}$ wird, und $\sin \alpha = \dfrac{h}{\sqrt{h^2 + \tfrac{1}{4} a^2}}$;

$$\operatorname{Cos} \alpha = \frac{a}{2\sqrt{h^2 + \tfrac{1}{4} a^2}}, \text{ mithin}$$

$$2 \cos\alpha \sin\alpha = \sin 2\alpha = \frac{ah}{h^2 + \frac{1}{4}a^2}$$
$$= \frac{4ah}{4h^2 + a^2},$$

so erhalten wir

$$S' = \tfrac{1}{4} q \sqrt{h^2 + \tfrac{1}{4}a^2}\ \frac{4ah}{4h^2 + a^2}$$
$$= \frac{ahq}{2\sqrt{4h^2 + a^2}} = aq\,\frac{1}{2\sqrt{4 + \left(\frac{a}{h}\right)^2}},$$

und setzen wir hier

$h = a$, so wird $S' = \frac{aq}{2\sqrt{5}} = 0{,}223\ldots aq.$

$h = \frac{a}{2}$, » » $S' = \frac{aq}{4\sqrt{2}} = 0{,}176\ldots aq.$

$h = \frac{a}{3}$, » » $S' = \frac{aq}{2\sqrt{13}} = 0{,}139\ldots aq.$

$h = \frac{a}{4}$, » » $S' = \frac{aq}{4\sqrt{5}} = 0{,}112\ldots aq.$

$h = \frac{a}{5}$, » » $S' = \frac{aq}{2\sqrt{29}} = 0{,}093\ldots aq.$

$h = \frac{a}{6}$, » » $S' = \frac{aq}{2\sqrt{40}} = 0{,}079\ldots aq.$

$h = \frac{a}{7}$, » » $S' = \frac{aq}{2\sqrt{53}} = 0{,}068\ldots aq.$

$h = \frac{a}{8}$, » » $S' = \frac{aq}{2\sqrt{68}} = 0{,}061\ldots aq.$

$h = \frac{a}{9}$, » » $S' = \frac{aq}{2\sqrt{85}} = 0{,}054\ldots aq.$

$h = \frac{a}{10}$, » » $S' = \frac{aq}{2\sqrt{104}} = 0{,}049\ldots aq.$

Setzt man die Verbindung der beiden Dachsparren im First als fest, wenn auch charnierartig, voraus, so leuchtet ein, daß dann gar kein Horizontalschub stattfinden kann; woraus die Nothwendigkeit folgt, auf diese Verbindung alle Aufmerksamkeit zu richten. Ferner sieht man aus der angestellten Rechnung, daß mit der Abnahme der Dachhöhe auch der Horizontalschub sich vermindert.

Was die Querschnittsabmessungen der Dachsparren anbelangt, so sind dieselben als an beiden Enden frei aufliegend zu betrachten, und es gelten daher für BH^2 die auf Seite 76 angegebenen Werthe auch hier.

Die Hauptsparren AC und CB haben der Kraft $V = \frac{1}{2}P \operatorname{Cosec}\alpha$ mit rückwirkender Festigkeit zu widerstehen, unter der Voraussetzung, daß sie unter ihrer eigenen Last sich nicht biegen. Sie erhalten daher am vortheilhaftesten einen Querschnitt, in welchem sich $B:H = 4:7$ verhält. Die Kraft, welche ihre Biegung zu bewirken strebt, und als in der Mitte ihrer Länge thätig anzusehen, ist ihr halbes eigenes Gewicht.

§. 17.

Müssen die Dachsparren, wie in Fig. 17 **Taf. 25**, angenommen ist, außer an ihren Enden auch noch in der Mitte unterstützt werden, so geschieht dies durch eine auf den Hauptsparren befestigte Zwischenpfette G. Die über DE gleichförmig vertheilte Last Q zerlegt sich nach unserer früheren Annahme so, daß in D und E $\frac{1}{4}Q$, in G aber $\frac{1}{2}Q$ vertikal abwärts wirkt. In E zerlegt sich $\frac{1}{4}Q$ nach einer auf DE senkrechten und nach einer mit DE zusammenfallenden Richtung.

Letztere ist $v = \frac{1}{4}Q \sin\alpha$,
und erstere $w = \frac{1}{4}Q \cos\alpha$.

Die Pressung w, nach horizontaler und vertikaler Richtung zerlegt, gibt nach letzterer $z = w \cos\alpha = \frac{1}{4}Q \cos^2\alpha$, und für beide Sparren die gesammte vertikale Pressung auf die Firstpfette $= 2z = \frac{1}{2}Q \cos^2 a$.

Die Pressung $\frac{1}{2}Q$ in G, nach der Richtung des Sparren, und senkrecht darauf zerlegt, gibt, nach der ersten Richtung,

$$v' = \tfrac{1}{2}Q \sin\alpha,$$

und nach der zweiten,

$$w' = \tfrac{1}{2}Q \cos\alpha,$$

welch' letzteren Pressung die Pfette G mit relativer Festigkeit widerstehen muß. In D vereinigen sich die mit dem Sparren parallelen Pressungen, und wir haben $R = v + v' = \frac{3}{4}Q \sin\alpha$, und daraus den horizontalen Seitenschub

$$S = \tfrac{3}{4}Q \sin\alpha \cos\alpha = \tfrac{3}{8}Q \sin 2\alpha,$$

und die Vertikalpressung bei D

$$= \tfrac{1}{4}Q + \tfrac{3}{4}Q \sin^2\alpha = \tfrac{1}{4}Q\,(1 + 3 \sin^2\alpha).$$

Der Sparrenschub erscheint hier größer, als in dem früheren, Fig. 15 **Taf. 25**, dargestellten Falle, weil wir angenommen haben, daß der Sparren in G nur aufliege. Setzen wir hier eine charnierartige Verbindung voraus, so wird gar kein Sparrenschub stattfinden können. Für diesen Fall müssen wir uns $\frac{1}{2}Q$ in der Pfette selbst nach vertikaler Richtung thätig denken, und die beiden Seitenkräfte, $\frac{1}{2}Q \sin\alpha$ nach der Richtung des Sparren, und $\frac{1}{2}Q \cos\alpha$ senkrecht darauf, können jede für sich einen Bruch bewirken, wonach die Abmessungen des Querschnitts der Pfette zu bestimmen sind.

Für $\alpha = 45$ Grad ist $\sin\alpha = \cos\alpha$, mithin muß für diesen Fall die Pfette einen quadratförmigen Querschnitt erhalten. Ist der Winkel α kleiner als 45 Grad, so wird $\cos\alpha$ größer als $\sin\alpha$, und es muß die auf dem Sparren senkrechte Abmessung der Pfette die größere sein. Das umgekehrte Verhältniß findet statt, wenn der Winkel α größer als 45 Grad wird, weil dann $\sin\alpha$ größer als $\cos\alpha$ ist.

Die Abmessungen der Dachsparren können nach den auf S. 79 gegebenen Formeln berechnet werden, unter der

Voraussetzung, daß für a die Abmessung DF, und für b die EH, Fig. 17, gesetzt wird.

Die Hauptsparren AC und CB haben außer der vertikalen Pressung $2z = \frac{1}{2} Q \cos^2 \alpha$, welche, nach den Richtungen der Hauptsparren zerlegt, die beiden Seitenkräfte

$$\frac{1}{2} Q \cos^2 \alpha \operatorname{Cosec} \alpha = \frac{1}{2} Q \operatorname{Cotg} \alpha \cos \alpha$$

gibt, denen sie mit rückwirkender Festigkeit zu widerstehen haben, auch noch der Pressung $\frac{1}{2} Q \cos \alpha$, welche durch die Pfette G auf sie übertragen wird, mit relativer Festigkeit Widerstand zu leisten, wobei, wie sich von selbst versteht, $\frac{1}{2} Q \cos \alpha$ so oft genommen werden muß, als Dachsparren zwischen zwei Bindern liegen, welche Summe dann aber als eine gleichmäßig über die Pfette vertheilte Last anzusehen ist.

Nehmen wir bei G eine charnierartige Verbindung an, so wird die auf rückwirkende Festigkeit der Hauptsparren einwirkende Kraft noch um $\frac{1}{2} Q \sin \alpha$ vermehrt, so daß dann die ganze Pressung gleich

$$\frac{1}{4} Q (\operatorname{Cotg} \alpha \cos \alpha + 2 \sin \alpha)$$

wird. Der Horizontalschub der Hauptsparren im Punkte A ergibt sich daher entweder

$$= \frac{1}{2} Q \operatorname{Cotg} \alpha \cos^2 \alpha, \text{ oder}$$
$$= \frac{1}{4} Q \operatorname{Cotg} \alpha (1 + \sin^2 \alpha),$$

und die Vertikalpressung

$$= \frac{1}{2} Q \cos^2 \alpha \text{ oder}$$
$$= \frac{1}{4} Q (1 + \sin^2 \alpha).$$

§. 18.

Sind für die Dachsparren mehr als eine Unterstützung zwischen den Endpunkten erforderlich, so werden diese, wie in dem eben betrachteten Falle, durch Pfetten gebildet, und zwar so auf die Länge des, aus einem Stücke bestehend gedachten, Dachsparren vertheilt, daß sich die mittleren Intervallen zu den äußeren wie 4 : 3 verhalten, und hiernach dann auch die über die Dachsparren gleichmäßig ausgebreitete Last Q auf die Pfetten vertheilt, wenn man nicht, aus andern Gründen etwa, die Pfetten in gleichen Zwischenräumen anordnen will. Die dann entstehenden Pressungen sind nach dem Vorstehenden leicht zu bestimmen, und wir wollen uns daher nicht dabei aufhalten. Aber wir müssen noch auf den großen Nutzen der Firstpfette aufmerksam machen, da man bei mehreren Zwischenpfetten leicht versucht werden könnte, diese Firstpfette fortzulassen, weil die oberen Sparrenenden sich gegenseitig stützen.

Denken wir uns nämlich die in Fig. 15 oder 17 **Taf. 25** angenommene Firstpfette fort, so zerlegt sich die Summe der beiden Vertikalpressungen am oberen Ende der Dachsparren, deren jede $= \frac{1}{4} Q$ ist, nach der Richtung der beiden Sparren in die Seitenkräfte $v = w = \frac{1}{4} Q \operatorname{Cosec} \alpha$. Hierzu kommt von D aus, ebenfalls nach der Richtung des Sparrens, $v' = \frac{1}{2} Q \sin \alpha$, so daß in D die Gesammtpressung

$$= R = v + v' = \frac{1}{4} Q (2 \sin \alpha + \operatorname{Cosec} \alpha)$$

entsteht, und hieraus der Horizontalschub

$$S' = R \cos \alpha = \frac{1}{4} Q (\sin 2\alpha + \operatorname{Cotg} \alpha).$$

In Fig. 17 hatten wir den Horizontalschub

$$= S = \frac{3}{8} Q \sin 2\alpha,$$

daher ist der Unterschied beider oder

$$S' - S = \frac{1}{4} Q (\sin 2\alpha + \operatorname{Cotg} \alpha - \frac{3}{2} \sin 2\alpha)$$
$$= \frac{1}{4} Q (\operatorname{Cotg} \alpha - \frac{1}{2} \sin 2\alpha)$$
$$= \frac{1}{4} Q (\operatorname{Cotg} \alpha - \sin \alpha \cos \alpha)$$
$$= \frac{1}{4} Q \left(\frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} - \sin \alpha \cos \alpha\right)$$
$$= \frac{1}{4} Q \left(\frac{\cos \alpha (1 - \sin^2 \alpha)}{\sin \alpha}\right)$$
$$= \frac{1}{4} Q \operatorname{Cotg} \alpha \cos^2 \alpha,$$

um welchen Betrag der Horizontalschub daher durch das Fortlassen der Firstpfette vergrößert wird.

Führen wir die bekannten Bezeichnungen a, h und q ein, und setzen $h = \frac{a}{3}$, so ergibt sich

$$S' = 0{,}3643 \ldots aq$$

und

$$S = 0{,}208 \ldots aq$$

mithin S' mehr als 1½mal so groß, als S. Nehmen wir aber $h = \frac{a}{5}$ an, so wird

$$S' = 0{,}4296 \ldots aq$$

und

$$S = 0{,}139 \ldots aq,$$

also S' beinahe 4mal so groß als S.

Man sieht leicht ein, daß die Hauptsparren bei dieser Anordnung bald einer Unterstützung zwischen ihren Endpunkten bedürfen, und es liegt nahe, diese entweder nach Fig. 9 **Taf. 25** durch Streben, oder nach Fig. 10 durch Kehlbalken, oder endlich durch beides zugleich nach Fig. 11 anzuordnen. Für die Berechnung der hier thätig werdenden Kräfte sind in dem Vorstehenden die nöthigen Anhaltspunkte gegeben, so daß wir darüber hinweg und zu den Details der Verbindungen übergehen können.

§. 19.

Zunächst sieht man, daß die Unbequemlichkeiten, welche die Aufschieblinge oder Leisten bei den Sparrendächern verursachen, jetzt ganz fortfallen, indem die Dachsparren von selbst eine Traufe bilden, und für die Hauptsparren Platz genug bleibt, um sie mit hinreichender Sicherheit in die Balken einzapfen zu können. Die Sparrenschwelle erhält gewöhnlich den in Fig. 19 **Taf. 25.** dargestellten Querschnitt, wonach die beiden oberen Seiten rechtwinklich auf einander stehen, und eine davon mit den Dachsparren parallel ist. Ein solcher

Querschnitt läßt sich aus einem runden Stamme mit weniger Holzverlust beschlagen, als ein rechteckiger nach Fig. 20, welch' letzteren man bei geschnittenen Hölzern indessen auch häufig anwendet. Die Verbindung dieser Schwelle mit den Balken sowohl, als mit den Dachsparren, geschieht durch Verkämmung oder Verbollung. Die Firstpfette erhält bei einem Winkeldache ein Rechteck zum Querschnitt, und eine solche Lage, daß eine der Diagonalen dieses Rechtecks vertikal gerichtet ist. Die Befestigung läßt sich alsdann, nach Fig. 21 **Taf. 25**, sehr einfach und eben so sicher bewerkstelligen, wenn man die Hauptsparren im First überblattet und noch mit den Dachsparren durch Blätter verbindet. Um Verschiebungen nach der Länge zu verhüten, werden die Dachsparren etwas in die Firstpfette, letztere aber in die Hauptsparren etwa 0,8 Zoll tief eingelassen. Ist das Dach kein Winkeldach, so kann die Gestalt der Firstpfette und ihre Verbindung mit den Sparren nach Fig. 22 **Taf. 25** eingerichtet werden.

Ist eine Zwischenpfette, wie bei G in Fig. 17 **Taf. 25**, nothwendig, so erhält dieselbe einen rechteckigen Querschnitt, wird auf den Hauptsparren aufgekämmt und gegen das Herabgleiten durch einen auf dem Hauptsparren befestigten K n a g g e n, der nach Fig. 24 **Taf. 25** in den Sparren etwas eingelassen oder versatzt werden kann, geschützt. Ist aber für die Hauptsparren ein Kehlbalken nothwendig, so ist es am zweckmäßigsten, denselben der Breite nach aus zwei Hölzern bestehen zu lassen, diese mit den Hauptsparren zu verkämmen, und noch die Dachsparren umfassen zu lassen, wie solches Fig. 23 zeigt. Bei **A** wird ein Schraubenbolzen nothwendig, bei **B** genügt ein starker hölzerner Nagel. Die Figur zeigt zugleich, auf welche Weise die Pfette ein sehr sicheres Lager auf dem Kehlbalken erhält, und welchen Querschnitt man derselben zu geben pflegt, wenn sie aus einem runden Stamme beschlagen wird. Uebrigens ist es nicht gerade nothwendig, den Kehlbalken doppelt zu nehmen; denn man kann denselben bei **A** sehr wohl bis auf ⅔ seiner Breite ausschneiden, und das stehengebliebene Drittel noch 2 Zoll in den Hauptsparren einlassen, so daß der Dachsparren immer noch von dem Blatte **B** gefaßt wird, indem ein „Bündig liegen“ dieser Hölzer gar nicht nothwendig ist. Auf ganz ähnliche Weise kann man die Streben **DE**, **EF**, Fig. 9 und 11 **Taf. 25**, mit den Hauptsparren verbinden, und dadurch den Pfetten eine gesicherte Lage geben.

Die Fig. 15 und 17 **Taf. 25** stellen Bindergespärre dar; in den Leergebinden, Fig. 16 und 18, fallen die Hauptsparren und die zu deren Unterstützung dienenden Hölzer fort. Aus diesen Leergebinden geht hervor, daß die Dachbalken der Leergebinde für die Bildung des D a c h e s nicht nöthig sind, und daher ganz entbehrt werden können, wenn man auf eine g e s c h l o s s e n e D e c k e verzichtet. Ebenso ist es deutlich, daß man (wenn sie sonst Tragkraft genug haben) die Balken der Bindergespärre als Unterzüge oder Träger ansehen, und die zur Bildung einer Decke nöthigen Balken auch nach der Länge des Gebäudes legen kann; Vortheile, welche die Anwendung dieser Dächer in machen Fällen räthlich machen.

§. 20.

Die Hauptsparren der eben besprochenen Dächer haben zunächst den Zweck, die Pfetten zu unterstützen, welche ihrerseits den Dachsparren zur Unterstützung dienen. Es handelt sich daher immer nur um die Unterstützung der Pfetten, um dergleichen Dächer bilden zu können. Diese Unterstützung der Pfetten kann nun aber auch auf andere Weise als durch Sparren geschehen, indem man sie unmittelbar von den Dachbalken aus durch Pfosten unterstützt, und es entstehen dann die sogenannten S t u h l d ä c h e r, die wir aber von denen unterscheiden müssen, bei welchen die Dachsparren unmittelbar durch Kehlbalken unterstützt werden, da in dem Falle, welchen wir zunächst besprechen wollen, diese Unterstützung durch Pfetten stattfindet. Jene Dächer können wir daher K e h l b a l k e n - S t u h l d ä c h e r, und diese P f e t t e n - S t u h l d ä c h e r nennen.

Die Pfette mit den zu ihrer Unterstützung nöthigen Pfosten nennt man eine S t u h l w a n d, die Pfosten S t u h l p f o s t e n oder S t u h l s ä u l e n, und die ganze Zusammenstellung einen D a c h s t u h l. Die durch Pfosten unterstützte Pfette heißt S t u h l p f e t t e (Dachstuhlpfette). Je nachdem die Stuhlpfosten vertikal oder schief stehen, unterscheidet man s t e h e n d e und l i e g e n d e Dachstühle; und erstere zerfallen wieder in einfache, doppelte oder mehrfache, je nachdem eine, zwei oder mehrere Dachstuhlwände vorhanden sind; der liegende Dachstuhl eines Satteldaches hat immer zwei Stuhlwände. Diese Stuhlwände heißen v e r s c h w e l l t e oder u n v e r s c h w e l l t e, je nachdem die Stuhlpfosten auf besonderen Schwellen, oder unmittelbar auf den Balken stehen.

§. 21.

Der e i n f a c h e s t e h e n d e S t u h l kann bei einem Satteldache ohne Kehlbalken nur dann Anwendung finden, wenn seine Stuhlpfette zugleich Firstpfette wird, und sich die Ansicht des Binders eines solchen Daches daher nach Fig. 1 **Taf. 26**, das Leergebinde aber nach Fig. 2 derselben Tafel gestaltet. Die in einem solchen Dache thätig werdenden Pressungen kennen wir bereits aus §. 16 d. Kap., indem sich die vertikale Pressung im First oder $P = Q \cos^2 \alpha$, und der Horizontalschub $S = \frac{1}{4} Q \sin 2\alpha$ ergeben.

Der Längenverband des Daches wird, wie dies Fig. 3 **Taf. 26** im Längendurchschnitte zeigt, durch Kopfbüge,

die von den Stuhlpfosten nach der Firstpfette gehen, und durch die so gebildeten Dreiecke eine Verschiebung hindern, hergestellt. Der Stuhlpfosten CD trifft den Balken gerade in der Mitte seiner Länge, und setzt daher hier eine Unterstützung desselben voraus. Eine solche wird aber sehr oft nicht gerade in der Mitte von AB vorhanden, sondern etwas außerhalb der Mitte, in E vielleicht, angeordnet sein. Beträgt die Entfernung DE nur einige, und nicht mehr als höchstens 4 — 5 Fuß, so kann der Stuhlpfosten noch unmittelbar auf dem Balken gestellt werden, ist DE aber größer, so legt man unter den Stuhlpfosten eine Schwelle, die wenigstens über 3 Balken hinreicht, damit auf diese die durch jene übertragene Pressung vertheilt, und nun von 3 Balken gemeinschaftlich getragen wird.

Die in der Mitte des Dachraumes stehende Stuhlsäule versperrt diesen unangenehm, auch hat die ganze Verbindung so wenig Stabilität, daß man sie nur bei ganz flachen Dächern anzuwenden pflegt.

§. 22.

Der doppelte stehende Dachstuhl wird in Verbindung mit einem Kehlbalken in dem Bindergespärre ausgeführt, wobei letzterer aber eigentlich nicht zur Unterstützung der Sparren, sondern nur zur Bildung eines guten Querverbandes angeordnet wird, als Zange dient, und in den Leergebinden fehlt. Fig. 4 — 6 **Taf. 26** zeigen diese Construction in Quer- und Längenschnitten des Daches. Die über den Sparren AC gleichmäßig vertheilte Last Q wirkt in A und C je mit $\frac{1}{4}Q = Q' = Q'''$, und in D mit $\frac{1}{2}Q = Q''$ vertikal abwärts. In C bekommen wir nach der Richtung der Sparren (da die Firstpfette fehlt), die beiden gleichen Seitenkräfte $V = Q''' \operatorname{Cosec} \alpha$. In D haben wir (wenn wir uns die Verbindung zwischen Kehlbalken und Sparren, wie auch die bei C, gelöst denken) Q'' nach einer mit der Richtung der Sparren zusammenfallenden und nach einer darauf senkrecht stehenden Kraft zerlegt zu denken, und erhalten erstere Pressung

$$V' = Q'' \sin a,$$

und letztere

$$W' = Q'' \operatorname{Cos} \alpha.$$

Diese nach vertikaler und horizontaler Richtung zerlegt, gibt

$$p = W' \operatorname{Cos} \alpha = Q'' \operatorname{Cos}^2 \alpha = \tfrac{1}{2} Q \operatorname{Cos}^2 \alpha,$$

und

$$q = W' \sin \alpha = Q'' \operatorname{Cos} \alpha \sin \alpha = \tfrac{1}{2} Q'' \sin 2\alpha$$
$$= \tfrac{1}{4} Q \sin 2 \alpha.$$

In A haben wir nach der Richtung des Sparrens jetzt $R = V + V'$ und daraus den Seitenschub

$$S = R \operatorname{Cos} \alpha = Q'' \sin \alpha \operatorname{Cos} \alpha + Q''' \operatorname{Cosec} \alpha \operatorname{Cos} \alpha,$$

oder

$$S = \tfrac{1}{2} Q'' \sin 2\alpha + Q''' \operatorname{Cotg} \alpha,$$

und da $Q'' = \frac{1}{2} Q$, $Q''' = \frac{1}{4} Q$ mithin $\frac{1}{2} Q'' = Q''' = \frac{1}{4} Q$ ist, so wird

$$S = \tfrac{1}{4} Q (\sin 2\alpha + \operatorname{Cotg} \alpha).$$

Der Kehlbalken hat der Kraft nq, der Stuhlpfosten der Pressung np mit rückwirkender Festigkeit zu widerstehen, wenn n die Anzahl der Leergespärre zwischen zwei Bindern bedeutet, weil eben so viele Sparren auf der Pfette liegen.

Setzen wir in D' zwischen Kehlbalken und Sparren eine charnierartige Verbindung voraus, so müssen wir annehmen, die Pfette werde durch den Bindersparren selbst gar nicht belastet. Im Punkte D' wirken nun auf dieses Charnier, d. h. auf den durch beide Hölzer gezogenen Schraubenbolzen oder Nagel, die beiden Kräfte V und $\frac{1}{2} Q$, deren Composante R' ist, welcher der Bolzen oder Nagel mit relativer Festigkeit zu widerstehen hat. R' ergibt sich aus

$$R'^2 = V^2 + \tfrac{1}{4} Q^2 + VQ \sin \alpha,$$

nämlich

$$R = \sqrt{\tfrac{1}{16} Q^2 \operatorname{Cosec}^2 \alpha + \tfrac{1}{2} Q^2}$$
$$= \tfrac{1}{4} Q \sqrt{\operatorname{Cosec}^2 \alpha + 8}.$$

Die Wirkungen, welche nun auf den Kehlbalken stattfinden, ergeben sich, wenn wir V im Punkte D' nach vertikaler und horizontaler Richtung zerlegen, und die vertikale Resultante zu $\frac{1}{2} Q$ addiren. Es findet sich

$$S' = V \operatorname{Cos} \alpha = \tfrac{1}{4} Q \operatorname{Cotg} a,$$

und

$$N' = V \sin \alpha = \tfrac{1}{4} Q$$

daher ist

$$Z = N' + \tfrac{1}{2} Q = \tfrac{3}{4} Q.$$

Die Kraft Z hat das Bestreben, den Kehlbalken um den Punkt E' zu drehen, d. h. hier abzubrechen. Es müssen daher die Abmessungen B und H des Kehlbalkenquerschnitts der Gleichung

$$Z = n \frac{B H^2}{DE}$$

entsprechen, und wenn dieses der Fall ist, so wird Z auf den Stuhlpfosten übertragen, vorausgesetzt, daß die Pfette dicht am Stuhlpfosten liegt, und die in ihr wirksame Vertikalpressung, in Bezug auf den Punkt E', keinen Hebelsarm bekommt.

Der Spannung S' hat der Kehlbalken mit absoluter Festigkeit zu widerstehen, während eine Pressung, durch den Bindersparren selbst erzeugt, welcher er mit rückwirkender Festigkeit zu widerstehen hätte, nicht vorhanden ist.

In der Pfette selbst ist aber durch die Belastung der Leergespärre eine Pressung

$$= (n - 1) q = (n - 1) \tfrac{1}{4} Q \sin 2 \alpha$$

thätig, wenn n die Anzahl der Leergespärre zwischen zwei

Bindern bezeichnet. Diese Pressung ist der Spannung S' gerade entgegengesetzt, und die Composante beider ist daher

$$(n - 1)\ {}^1\!/\!_4\, Q \sin 2\alpha - {}^1\!/\!_4\, Q \operatorname{Cotg} a$$
$$= {}^1\!/\!_4\, Q\ [(n - 1) \sin 2\alpha - \operatorname{Cotg} \alpha]$$

und wenn wir $n = 3$ setzen, wie es gewöhnlich der Fall ist, so haben wir

$${}^1\!/\!_4 Q\,(2 \sin 2\alpha - \operatorname{Cotg} \alpha) = {}^1\!/\!_4 Q \operatorname{Cotg} \alpha\,(4 \sin^2 \alpha - 1),$$

und es kommt nun darauf an, ob dieser Ausdruck überhaupt einen Werth gibt, oder nicht, und ob er positiv oder negativ wird. Wird der ganze Ausdruck gleich Null, was für $4 \sin^2 \alpha = 1$ der Fall sein würde, so erleidet der Kehlbalken gar keine Pressung nach irgend einer Richtung, ist $4 \sin^2 \alpha > 1$, so daß ein positiver Werth entsteht, so hat der Kehlbalken mit rückwirkender Festigkeit, und für $4 \sin^2 \alpha < 1$, mit absoluter Festigkeit zu widerstehen.

Setzen wir die ganze Tiefe des Daches $= a$ die Höhe desselben $= h$, so ist

$$\sin \alpha = \frac{h}{\sqrt{h^2 + {}^1\!/\!_4\, a^2}} \text{ und}$$

$$4 \sin^2 \alpha = \frac{4h^2}{h^2 + {}^1\!/\!_4\, a^2} = \frac{16\, h^2}{4\, h^2 + a^2},$$

und es wird nun $4 \sin^2 \alpha - 1 = 0$, wenn

$$\frac{16 h^2}{4 h^2 + a^2} = 1,$$

d. h., wenn $12\, h^2 = a^2$ oder

$$h = \frac{a}{\sqrt{12}} = \frac{a}{3{,}4641},$$

oder nahe $= \frac{a}{3{,}5}$ ist.

In diesem Falle findet daher gar keine Pressung in dem Kehlbalken statt. Wird h größer als $\frac{a}{\sqrt{12}}$ so wird auch $4 \sin^2 \alpha > 1$, und die rückwirkende Festigkeit des Kehlbalkens wird in Anspruch genommen. Ist aber h kleiner, als $\frac{a}{\sqrt{12}}$, so wird auch $4 \sin^2 \alpha < 1$, und es kommt die absolute Festigkeit des Kehlbalkens zur Wirkung.

Aus der geführten Rechnung ergibt sich, daß es unter allen Umständen, besonders aber bei flachen Dächern, vortheilhaft ist, die Verbindung zwischen Kehlbalken und Sparren möglichst fest zu machen.

In den Leergebinden, wo der Kehlbalken fehlt, haben wir den Horizontalschub der Sparren

$$S = {}^1\!/\!_4\, Q\ (\sin 2\alpha + \operatorname{Cotg} \alpha).$$

§. 23.

In Fig. 4 **Taf. 26** fehlt die Firstpfette, die sich indessen auf verschiedene Weise anordnen läßt, wenn man des nachgewiesenen Vortheils derselben, namentlich für die Leergebinde, nicht verlustig gehen will. Das Nächstliegende wäre wohl nach Fig. 1 **Taf. 27** die Firstpfette durch eine dritte Stuhlsäule direct zu unterstützen, wobei sich dann auch die Kopfbüge für den Längenverband anbringen ließen. Dies Verfahren hat aber den Nachtheil, daß der Dachraum dadurch sehr versperrt wird (wenn es auch keineswegs nothwendig ist, daß die mittlere Stuhlsäule mit den beiden äußeren auf einem und demselben Balken steht), und eine bedeutende Pressung auf den gewöhnlich schwächsten Theil der Balken, auf ihre Mitte, übertragen würde.

Man zieht daher häufig die in Fig. 2 **Taf. 27** gezeichnete Anordnung vor. Die Wirkung der Verbindung erklärt sich von selbst, und die thätig werdenden Pressungen sind folgende.

Auf die Firstpfette wirkt, n Leergebinde zwischen zwei Bindern vorausgesetzt, die Vertikalpressung $P = n\,{}^1\!/\!_2\, Q \operatorname{Cos}^2 \alpha$, daher in jedem der beiden Sparren D G und G E, parallel mit ihrer Richtung, eine Pressung $V = {}^1\!/\!_2\, P \operatorname{Cosec} \alpha = n\ {}^1\!/\!_4\ Q \operatorname{cotg} \alpha \,.\, \operatorname{Cos} \alpha$. Aus letzterer resultiren, in D eine Vertikalpressung auf die Stuhlsäule $p = V \sin \alpha = n\ {}^1\!/\!_4\ Q \operatorname{cotg} \alpha \,.\, \operatorname{Cos} \alpha \,.\, \sin \alpha = n\ {}^1\!/\!_4\ Q \operatorname{Cos}^2 \alpha$, und ein Horizontalschub in der Richtung des Kehlbalkens $q = V \operatorname{Cos} \alpha = n\ {}^1\!/\!_4\ Q \operatorname{cotg} \alpha \,.\, \operatorname{Cos}^2 \alpha$.

Ferner haben wir von der Pfette bei D aus (bei aufgelöster Verbindung zwischen Kehlbalken und Dachsparren), in der Richtung des Dachsparren die Pressung $V' = {}^1\!/\!_2\, Q \sin \alpha$ und senkrecht darauf $W = n\,{}^1\!/\!_2\, Q \operatorname{Cos} \alpha$. Aus letzterer folgen, nach vertikaler Richtung auf die Stuhlsäule, die Pressung $p' = W \operatorname{Cos} \alpha = n\,{}^1\!/\!_2\, Q \operatorname{Cos}^2 \alpha$, und nach horizontaler Richtung, oder in der des Kehlbalkens $q' = W \sin \alpha = n\,{}^1\!/\!_4\, Q \sin 2\alpha$. Die Pressungen p und p' addiren sich und der gesammte Druck auf die Stuhlsäule ist daher

$$p + p' = n\,{}^1\!/\!_4\, Q \operatorname{Cos}^2 \alpha + n\,{}^1\!/\!_2\, Q \operatorname{Cos}^2 \alpha = n\,{}^3\!/\!_4\, Q \operatorname{Cos}^2 \alpha.$$

Die Pressungen q und q' wirken aber einander entgegen und heben sich daher zum Theil auf und wir haben

$$q' - q = n\,{}^1\!/\!_4\, Q \sin 2\alpha - n\,{}^1\!/\!_4\, Q \operatorname{cotg} \alpha \operatorname{Cos}^2 \alpha$$
$$= n\,{}^1\!/\!_4\, Q \left(2 \sin \alpha \operatorname{Cos} \alpha - \frac{\operatorname{Cos}^3 \alpha}{\sin \alpha}\right)$$
$$= n\,{}^1\!/\!_4\, Q \left(\frac{2 \sin^2 \alpha \operatorname{Cos} \alpha - \operatorname{Cos}^3 \alpha}{\sin \alpha}\right)$$
$$= n\,{}^1\!/\!_4\, Q\, \frac{\operatorname{Cos} \alpha}{\sin \alpha} (2 \sin^2 \alpha - \operatorname{Cos}^2 \alpha)$$
$$= n\,{}^1\!/\!_4\, Q \operatorname{cotg} \alpha\, (2 \sin^2 \alpha - \operatorname{Cos}^2 \alpha).$$

Am Fußpunkte jedes Dachsparren wirkt in seiner Längenachse eine Pressung

$$R = V + V' = {}^1\!/\!_4\, Q \sin \alpha + {}^1\!/\!_2\, Q \sin \alpha = {}^3\!/\!_4\, Q \sin \alpha,$$

mithin ergibt sich der Horizontalschub in diesem Punkte $S = R \operatorname{Cos} \alpha = {}^3\!/\!_8\ Q \sin 2\alpha$ und die Vertikalpressung $N = R \sin \alpha = {}^3\!/\!_4\ Q \sin^2 \alpha$. Außerdem wirkt in diesem Punkte noch ${}^1\!/\!_4\ Q$ vertikal abwärts.

Addiren wir die Vertikalpressungen N, $\frac{1}{4}$ Q (der n Leersparren) und die in der Stuhlsäule $(p + p')$, so muß die Summe $= n\,Q$ sein, es ist aber auch

$$n\,\tfrac{3}{4}\,Q \sin^2\alpha + n\,\tfrac{3}{4}\,Q \operatorname{Cos}^2\alpha + \tfrac{n}{4}\,Q = n\,Q.$$

Nehmen wir auch hier eine charnierartige Verbindung zwischen Sparren und Kehlbalken an, wie solches auf der rechten Seite Fig. 2 **Taf. 27** gezeichnet ist, so wirkt in diesem Verbindungspunkte $\frac{1}{2}$ Q vertikal abwärts und $V' = V = \frac{1}{4}\,Q \sin\alpha$ in der Richtung des Sparrens, aus beiden findet sich die Resultante R' durch die Gleichung

$$R'^2 = V'^2 + \tfrac{1}{4}\,Q^2 + V\,Q \sin\alpha.$$

Nach lothrechter Richtung wirkt ferner in diesem Punkte $\frac{1}{2}\,Q + V' \sin\alpha = \frac{1}{4}\,Q \sin^2\alpha + \frac{1}{2}\,Q = \frac{1}{4}\,Q\,(2 + \sin^2\alpha)$ und nach horizontaler Richtung $S' = V' \operatorname{Cos}\alpha = \frac{1}{8}\,Q \sin 2\alpha$, welche Kraft sich zu q addirt, so daß sich die gesammte Horizontalspannung im Kehlbalken

$$\begin{aligned}
S' + q &= \tfrac{1}{8}\,Q \sin 2\alpha + \frac{n}{4}\,Q \operatorname{cotg}\alpha \operatorname{Cos}^2\alpha \\
&= \tfrac{1}{8}\,Q\,(\sin 2\alpha + 2\,n \operatorname{cotg}\alpha \operatorname{Cos}^2\alpha) \\
&= \tfrac{1}{8}\,Q\left(2 \sin\alpha \operatorname{Cos}\alpha + 2\,n\,\frac{\operatorname{Cos}^3\alpha}{\sin\alpha}\right) \\
&= \tfrac{1}{8}\,Q \operatorname{cotg}\alpha\,(2 \sin^2\alpha + 2\,n \operatorname{Cos}^2\alpha) \\
&= \tfrac{1}{8}\,Q \operatorname{cotg}\alpha\,(2 \sin^2\alpha + 2\,n\,(1 - \sin^2\alpha)) \\
&= \tfrac{1}{8}\,Q \operatorname{cotg}\alpha\,(2 \sin^2\alpha + 2\,n - 2\,n \sin^2\alpha) \\
&= \tfrac{1}{8}\,Q \operatorname{cotg}\alpha\,(\sin^2\alpha\,(2 - 2\,n) + 2\,n) \text{ ergibt.}
\end{aligned}$$

Dieser wirkt die Pressung $q' = W \sin\alpha = \frac{n-1}{4}\,Q \sin 2\alpha$ gerade entgegen und die Komposante beider ist daher

$$\begin{aligned}
&S' + q - q' \\
&= \tfrac{1}{8}\,Q \operatorname{cotg}\alpha\,(\sin^2\alpha\,(2 - 2\,n) + 2\,n) - \frac{n-1}{4}\,Q \sin 2\alpha \\
&= \tfrac{1}{8}\,Q\,(\operatorname{cotg}\alpha\,(\sin^2\alpha\,(2 - 2\,n) + 2\,n) - 2\,(n-1) \sin 2\alpha) \\
&= \tfrac{1}{8}\,Q\left(\frac{\operatorname{Cos}\alpha(\sin^2\alpha(2-2n)+2n) - 4(n-1)\sin\alpha^2 \operatorname{Cos}\alpha}{\sin\alpha}\right) \\
&= \tfrac{1}{8}\,Q \operatorname{cotg}\alpha\,(\sin^2\alpha\,(2-2n) + 2\,n - 4\,(n-1) \sin^2\alpha) \\
&= \tfrac{1}{8}\,Q \operatorname{cotg}\alpha\,(\sin^2\alpha\,(2 - 2\,n) - 4\,(n-1) + 2\,n) \\
&= \tfrac{1}{8}\,Q \operatorname{cotg}\alpha\,(\sin^2\alpha\,(2 - 2\,n - 4\,n + 4) + 2\,n) \\
&= \tfrac{1}{8}\,Q \operatorname{cotg}\alpha\,(\sin^2\alpha\,(6 - 6\,n) + 2\,n).
\end{aligned}$$

Setzen wir $n = 3$, so ergibt sich

$$\begin{aligned}
S' + q - q' &= \tfrac{1}{8}\,Q \operatorname{cotg}\alpha\,(\sin^2\alpha\,(6-18) + 6) \\
&= \tfrac{1}{8}\,Q \operatorname{cotg}\alpha\,(6 - 12 \sin^2\alpha).
\end{aligned}$$

Setzen wir ferner für $\sin\alpha$ den bekannten Werth $\sqrt{\frac{h}{h^2 + \frac{1}{4}\,a^2}}$, so ergibt sich

$$12 \sin^2\alpha = \frac{12\,h^2}{h^2 + \frac{1}{4}\,a^2},$$

und für $6 - 12 \sin^2\alpha = 0$ müßte

$$\frac{12\,h^2}{h^2 + \frac{1}{4}\,a^2} = 6, \text{ d. i. } h = \frac{a}{2}$$

werden, in welchem Falle auch $S' + q - q' = 0$ und gar keine Pressung im Kehlbalken vorhanden wäre. Ist h größer als $\frac{a}{2}$, so wird auch $12 \sin^2\alpha$ größer als 6, und $S' + q - q'$ gibt einen negativen Werth, d. h. der Kehlbalken muß mit rückwirkender Festigkeit widerstehen. Ist dagegen $h < \frac{a}{2}$, so erhält $S' + q - q'$ einen positiven Werth, und es wird die absolute Festigkeit des Kehlbalken in Anspruch genommen.

Es zeigt sich daher auch hier der Vortheil einer festen Verbindung zwischen Sparren und Kehlbalken bei flachen Dächern als besonders groß, und zwar schon wenn $h < \frac{a}{2}$ wird, also z. B. schon bei $\frac{1}{3}$ Dächern.

Was den Längenverband dieser Dächer anbelangt, so wird derselbe durch Kopfbüge bewirkt, die die Stuhlpfosten mit den Stuhlpfetten verbinden. Wo diese beiden Verbandstücke nicht in einer Vertikalebene liegen, wie in Fig. 2 **Taf. 27** und Fig. 4 **Taf. 26**, werden die Kopfbüge so in die Pfette und in den Stuhlpfosten, auf die halbe Stärke, eingeblattet, wie dies Fig. 3 **Taf. 27** im größeren Maaßstabe zeigt.

§. 24.

Was die einzelnen Verbindungen betrifft, so wollen wir die der Fig. 2 **Taf. 27** näher betrachten, weil sie die einfacheren in sich faßt. Es handelt sich hauptsächlich um den „Knoten" bei D. Nimmt man den Kehlbalken doppelt, wie es für die Verbindung desselben mit den Sparren am zweckmäßigsten ist, so kann man nach Fig. 4 **Taf. 27** die Strebe A mit Versatzung in den Kehlbalken und mit einer Art Zapfen noch in den Stuhlpfosten greifen lassen; oder die Verbindung nach Fig. 5 **Taf. 27** anordnen, in welcher die Strebe A durch den Stuhlpfosten gestützt und von dem doppelten Kehlbalken umfaßt wird. Hierbei erhält indessen die im Punkte B thätige Pressung Z (siehe Fig. 4 **Taf. 26**) einen zu großen Hebelsarm, auch ist ein Schraubenbolzen mehr erforderlich; und die Kopfbüge zwischen Pfette und Stuhlpfosten sind nicht mehr anzubringen, so daß der Längenverband nur durch Sturm- oder Schwebelatten hergestellt werden kann. Man kann indessen auch den Kehlbalken einfach und den Stuhlpfosten doppelt nehmen, wie solches Fig. 6 **Taf. 27** zeigt. Hier müssen die Stuhlpfosten für die Streben ausgeschnitten, letztere aber gar nicht geschwächt werden. Die Kopfbüge sind noch anzubringen, aber die Verbindung bei B ist nicht mehr so solide wie früher. Sind keine Streben über dem Kehlbalken vorhanden, wie in Fig. 4 **Taf. 26**, so stellt sich die Verbindung bei E dieser Figur einfacher, wenn sie wie in Fig. 7 und 8 **Taf. 26** mit einfachem oder doppelten Kehlbalken angeordnet wird.

Die übrigen Verbindungen haben wir bereits kennen

gelernt, und wir wollen daher nur noch bemerken, daß man die Streben D G und G E Fig. 2 **Taf. 27** leicht zu einem Hängewerke benutzen kann, wenn es nothwendig wird, den Kehlbalken in der Mitte zu stützen. Wendet man hierbei eine einfache hölzerne Hängsäule an, so ist es am besten, den Kehlbalken doppelt zu nehmen; nur werden dann die Streben eine etwas flachere Lage bekommen müssen, als die Sparren, um für die Hängsäule einen gehörigen Kopf zu erhalten. Der Winkel der Streben mit dem Horizonte ist alsdann ein anderer, als der der Sparren, worauf in den Formeln des vorigen Paragraphen Rücksicht zu nehmen sein würde, wenn man genau verfahren wollte.

§. 25.

Der liegende Dachstuhl entsteht, wenn die Stuhlsäule nicht senkrecht, sondern geneigt gegen den Horizont steht, wie Fig. 7 **Taf. 27** solches in einem allgemeinen Bilde darstellt. Nach der in der Figur angedeuteten Bezeichnung haben wir:

$$V = \tfrac{1}{4}\,Q\,\mathrm{Cosec}\,\alpha$$
$$V' = \tfrac{1}{2}\,Q\,\sin\alpha$$
$$W = \tfrac{1}{2}\,Q\,\mathrm{Cos}\,\alpha \text{ (senkrecht auf } V'\text{)},$$

ferner,

$$P = W\,\frac{\mathrm{Cos}\,(\alpha-\beta)}{\sin\beta} = \tfrac{1}{2}\,Q\,\frac{\mathrm{Cos}\,(\alpha-\beta)\,\mathrm{Cos}\,\alpha}{\sin\beta}$$
$$K = W\,\frac{\mathrm{Cos}\,\alpha}{\sin\beta} = \tfrac{1}{2}\,Q\,\frac{\mathrm{Cos}^2\alpha}{\sin\beta},$$

dann

$$R = V + V' = \tfrac{1}{4}\,Q\,(\mathrm{Cosec}\,\alpha + 2\sin\alpha)$$
$$S = R\,\mathrm{Cos}\,\alpha = \tfrac{1}{4}\,Q\,(\mathrm{cotg}\,\alpha + \sin 2\alpha)$$
$$N = R\sin\alpha = \tfrac{1}{4}\,Q\,(1 + 2\sin^2\alpha),$$

ebenso

$$S' = K\,\mathrm{Cos}\,\beta = \tfrac{1}{2}\,Q\,\mathrm{cotg}\,\beta\,\mathrm{Cos}^2\alpha$$
$$N' = K\sin\beta = \tfrac{1}{2}\,Q\,\mathrm{Cos}^2\alpha,$$

und

$$N + N' = \tfrac{1}{4}\,Q\,(1 + 2\sin^2\alpha + 2\,\mathrm{Cos}^2\alpha) = \tfrac{3}{4}\,Q,$$

wozu das in der Sparrenschwelle wirkende $\frac{1}{4}$ Q addirt, die gesammte Vertikalpressung = Q gibt, wie es sein muß.

Nehmen wir den Winkel $\beta = \alpha$, so daß eine Construction, wie die in Fig. 8 **Taf. 27** dargestellte entsteht, so bleiben die Pressungen V, V', W, S und N ungeändert und es wird

$$P = \tfrac{1}{2}\,Q\,\frac{\mathrm{Cos}\,0^0\,\mathrm{Cos}\,\alpha}{\sin\alpha} = \tfrac{1}{2}\,Q\,\mathrm{cotg}\,\alpha$$
$$K = \tfrac{1}{2}\,Q\,\frac{\mathrm{Cos}^2\alpha}{\sin\alpha} = \tfrac{1}{2}\,Q\,\mathrm{cotg}\,\alpha\,\mathrm{Cos}\,\alpha$$
$$S' = K\,\mathrm{Cos}\,\alpha = \tfrac{1}{2}\,Q\,\mathrm{cotg}\,\alpha\,\mathrm{Cos}^2\alpha$$
$$N' = K\sin\alpha = \tfrac{1}{2}\,Q\,\mathrm{Cos}^2\alpha \text{ dazu}$$
$$N = \tfrac{1}{4}\,Q\,(1 + 2\sin^2\alpha) \text{ addirt, gibt wieder}$$
$$N + N' = \tfrac{1}{4}\,Q\,(1 + 2\sin^2\alpha + 2\,\mathrm{Cos}^2\alpha) = \tfrac{3}{4}\,Q$$

Setzen wir endlich $\beta = 90^0$, so entsteht der stehende Dachstuhl Fig. 4 **Taf. 26**, und wir müssen dann auch die in §. 22 dieses Kapitels gefundenen Werthe für die verschiedenen Pressungen erhalten, wenn wir in obige Formeln den Werth für $\beta = 90^0$ einführen. Die von β abhängigen Werthe sind aber

$$P = \tfrac{1}{2}\,Q\,\frac{\mathrm{Cos}\,(\alpha-\beta)\,\mathrm{Cos}\,\alpha}{\sin\beta} \text{ und für } \beta = 90^0 \text{ wird}$$
$$P = \tfrac{1}{4}\,Q\,\sin 2\,\alpha,$$

ferner

$$K = \tfrac{1}{2}\,Q\,\frac{\mathrm{Cos}^2\alpha}{\sin\beta} = \tfrac{1}{2}\,Q\,\mathrm{Cos}^2\alpha, \text{ wenn } \beta = 90^0,$$

endlich

$$S' = \tfrac{1}{2}\,Q\,\mathrm{cotg}\,\beta\,\mathrm{Cos}^2\alpha = 0, \text{ weil } \mathrm{cotg}\,90^0 = 0 \text{ ist.}$$

Es stellt also Fig. 7 **Taf. 27** den allgemeinen Fall dar, und der stehende Dachstuhl Fig. 4 **Taf. 26** erscheint nur als ein besonderer. Diese vorstehenden Formeln gelten übrigens wieder nur für die Annahme, daß die Verbindung zwischen Sparren und Kehlbalken gelöst ist und ersterer nur auf der Pfette aufliegt. Für die zweite Annahme, der charnierartigen Verbindung von Kehlbalken und Sparren, müssen sich indessen ganz ähnliche Relationen ergeben, wie bei dem stehenden Stuhle.

§. 26.

Will man ähnlich, wie in Fig. 2 **Taf. 27**, eine Firstpfette anordnen, so entsteht aus Fig. 8 **Taf. 27**, wie die punktirten Linien zeigen, das Pfettendach Fig. 17 **Taf. 25**, nur die Hauptsparren durch eine Zange gestützt, und in Fig. 7 **Taf. 27** ergibt sich eine ganz ähnliche Anordnung, wie bei dem stehenden Stuhle Fig. 2 ders. Tafel.

Die in den, auf den Kehlbalken stehenden, Streben thätige Pressung ist, wie früher, $v = \frac{1}{4}\,Q\,\mathrm{cotg}\,\alpha\,\mathrm{Cos}\,\alpha$, und diese zerlegt sich nach der Richtung des Kehlbalkens (aber im entgegengesetzten Sinne wie P wirkend) in eine Pressung

$$p = v\,\frac{\sin\,(\beta-\alpha)}{\sin\beta} = \tfrac{1}{4}\,Q\,\mathrm{cotg}\,\alpha\,\mathrm{Cos}\,\alpha\,\frac{\sin\,(\beta-\alpha)}{\sin\beta}$$
$$= \tfrac{1}{4}\,Q\,\frac{\mathrm{Cos}^2\alpha\,\sin\,(\beta-\alpha)}{\sin\alpha\,\sin\beta},$$

und in eine zweite nach der Richtung der Stuhlsäule, $k = v\,\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{1}{4}\,Q\,\frac{\mathrm{Cos}^2\alpha}{\sin\beta}$. V wird wegen der Firstpfette jetzt $= \frac{1}{4}\,Q\,\sin\alpha$ und daher $R = V + V' = \frac{3}{4}\,Q\,\sin\alpha$, $N = \frac{3}{4}\,Q\,\sin^2\alpha$ und $S = \frac{3}{8}\,Q\,\sin 2\,\alpha$. Ferner kommt zu S' noch der Werth $S'' = k\,\mathrm{Cos}\,\beta = \frac{1}{4}\,Q\,\mathrm{Cos}^2\alpha\,\mathrm{cotg}\,\beta$, und zu N, der Werth $N'' = k\sin\beta = \frac{1}{4}\,Q\,\mathrm{Cos}^2\alpha$ hinzu; und der gesammte Horizontalschub am Fuß der Stuhlsäule ist nun $S' + S'' = \frac{3}{4}\,Q\,\mathrm{cotg}\,\beta\,\mathrm{Cos}^2\alpha$.

Ebenso ergibt sich die Summe sämmtlicher Vertikal-[illegible]

$$[illegible]\ \tfrac{1}{4}\,Q + Z + N' + N''$$
$$[illegible]\sin^2\alpha + \tfrac{1}{2}\,Q\,\mathrm{Cos}^2\alpha + \tfrac{1}{4}\,Q\,\mathrm{Cos}^2\alpha = Q.$$

Der Horizontalschub in den Leergebinden am Fuße des Sparrens ist nun $= \frac{3}{8}\ Q \sin^2 \alpha$.

§. 27.

Den liegenden Dachstuhl wendet man da an, wo man einen möglichst freien Bodenraum verlangt, oder die Last des Daches auf die Enden der Dachbalken transponiren will. Es dürfte daher (ohne die Anordnung eines sogenannten Kniestocks) nur der in Fig. 8 **Taf. 27** gezeichnete Dachstuhl zur Anwendung kommen. Da man indessen, aus nachgewiesenen Gründen, die Firstpfette nur ungern verläßt, so wird das reine Pfettendach, Fig. 17 **Taf. 25**, mit Zangen versehen, vorzuziehen sein.

Was die einzelnen Verbindungen anbelangt, so können diese nach denselben Grundsätzen angeordnet werden, die wir in § 24 dieses Kapitels angegeben und in den Fig. 3 bis 6 **Taf. 27** dargestellt haben, denn die schräge Stellung des Stuhlpfostens macht keinen Unterschied. Der Pfette kann man übrigens, wenn sie aus einem runden Stamme beschlagen werden soll, nach Fig. 9 **Taf. 27**, ein Fünfeck als Querschnitt geben, wozu man eines schwächeren Stammes bedarf, als zu einem rechteckigen Querschnitte. Der Längenverband des Daches läßt sich durch Kopfbüge erreichen, wie bei dem stehenden Stuhle, oder man kann Sturmlatten in Form von Andreaskreuzen zwischen den Pfetten anordnen.

Der liegende Dachstuhl kostet mehr Holz, weil die Stuhlsäulen länger und stärker sein müssen, und da, bei Wohnhäusern wenigstens, es selten an den nöthigen Unterstützungen für die Binderbalken fehlen wird, auch ein freier Dachraum, wegen der anzulegenden Dachkammern, selten verlangt wird, oder selten von großem Nutzen ist, so wird der stehende Stuhl in den meisten Fällen den Vorzug vor dem liegenden verdienen.

Eine mehr als einmalige Unterstützung der Dachsparren zwischen den Enden läßt sich bei Anwendung eines Pfettenstuhldaches nicht wohl erreichen, und für diesen Fall ist das reine Pfettendach vorzuziehen, wenn man nicht ein Kehlbalkenstuhldach construiren will, die wir jetzt kennen lernen wollen.

§. 28.

Die *Kehlbalkenstuhldächer* unterscheiden sich wieder in solche, mit stehenden und liegenden Stühlen, je nachdem die Stuhlpfosten senkrecht oder geneigt stehen.

Bei denselben hat jedes Dachgebinde, also auch die Leergebinde, einen Kehlbalken, und die Stuhlpfetten liegen *unter* diesen Kehlbalken, um ihnen als Stütze zu dienen.

Hiernach zeigt Fig. 10 **Taf. 27** einen Binder oder das Bindergespärre mit *einfachem stehendem Dachstuhle*, und Fig. 11 zeigt das dazu gehörige Leergebinde.

Denken wir uns den Sparren bei D nur aufliegend, so ist die hier wirksame Vertikalpressung $\frac{1}{2}\ Q$ (wenn nämlich D die Mitte von A C bezeichnet) nach zwei auf einander rechtwinklig stehenden Richtungen zu zerlegen und wir erhalten, mit Beziehung auf die in der Figur angegebenen Bezeichnung,

$$V = \tfrac{1}{4}\ Q \operatorname{Cosec} \alpha$$
$$V' = \tfrac{1}{2}\ Q \sin \alpha$$
$$W = \tfrac{1}{2}\ Q \operatorname{Cos} \alpha,$$

und aus letzterer Pressung wiederum

$$P = W \sin \alpha = \tfrac{1}{4}\ Q \sin 2\ \alpha,$$

und

$$K = W \operatorname{Cos} \alpha = \tfrac{1}{2}\ Q \operatorname{Cos}^2 \alpha.$$

Der letzten Kraft muß der Kehlbalken mit relativer Festigkeit widerstehen, und seine Abmessungen B und H müssen daher der Gleichung $K = n \frac{B\ H^2}{D\ G}$ entsprechen. Ist dies der Fall, so wird K auf den Stuhlpfosten F G übertragen, und dieser hat daher der Pressung $2K = Q \operatorname{Cos}^2 \alpha$ mit rückwirkender Festigkeit zu widerstehen. In den Leergebinden findet dasselbe statt, so daß wenn n Leergebinde zwischen zwei Bindern liegen, die Stuhlpfette eine Last $= 2\,n\,K = 2\,n\ Q \operatorname{Cos}^2 \alpha$ zu tragen hat, die ihrerseits ebenfalls von den Stuhlpfosten zu stützen ist.

Der Sparrenschub ergibt sich aus

$$R \operatorname{Cos} \alpha = (V + V') \operatorname{Cos} \alpha$$
$$= \tfrac{1}{4}\ Q\ (\operatorname{Cosec} \alpha + 2 \sin \alpha) \operatorname{Cos} \alpha$$
$$= \tfrac{1}{4}\ Q\ (\operatorname{cotg} \alpha + \sin 2\ \alpha),$$

welcher in allen Gebinden gleich groß ist.

§. 29.

Der einfache stehende Dachstuhl kommt, aus schon früher angegebenen Gründen, sehr selten vor, da zu den früheren Unbequemlichkeiten noch die Gefahr einer Drehung des Kehlbalkens um den Punkt G hinzu kommt, wenn beide Langseiten des Daches ungleich belastet sind, (bei Sturmwinden ꝛc.). Wir gehen daher gleich zu dem *doppelten stehenden Dachstuhle* über, da auch die einzelnen Verbindungen dieselben bleiben. Fig. 12 **Taf. 27** stellt das Bindergespärre eines solchen dar.

Die verschiedenen Pressungen ergeben sich wie bei dem einfachen Stuhle

$$V' = \tfrac{1}{2}\ Q \sin \alpha$$
$$V = \tfrac{1}{4}\ Q \operatorname{Cosec} \alpha$$
$$R = V + V' = \tfrac{1}{4}\ Q\ (\operatorname{Cosec} \alpha + 2 \sin \alpha)$$
$$S = R \operatorname{Cos} \alpha = \tfrac{1}{4}\ Q\ (\operatorname{Cosec} \alpha + 2 \sin \alpha) \operatorname{Cos} \alpha$$
$$= \tfrac{1}{4}\ Q\ (\operatorname{cotg} \alpha + \sin 2\ \alpha)$$
$$N = R \sin \alpha = \tfrac{1}{4}\ Q\ (1 + 2 \sin^2 \alpha)$$
$$W = \tfrac{1}{2}\ Q \operatorname{Cos} a$$
$$P = W \sin \alpha = \tfrac{1}{4}\ Q \sin 2\alpha$$
$$K = W \operatorname{Cos} \alpha = \tfrac{1}{2}\ Q \operatorname{Cos}^2 \alpha.$$

Nimmt man hier eine charnierartige Verbindung zwi-

schen Sparren und Kehlbalken an (siehe die rechte Seite der Figur), so wird $S = 0$ und in D wirken $\frac{1}{2}$ Q vertikal, und V nach der Richtung des Sparren, woraus die Komposante R' zu bestimmen ist. Ferner wirkt in D die Vertikalpressung $Z = \frac{1}{2} Q + V \sin \alpha = \frac{1}{4} Q (2 + \operatorname{Cosec} \alpha \sin \alpha) = \frac{3}{4} Q$ und ein Horizontalschub $S' = V \operatorname{Cos} \alpha = \frac{1}{4} Q \operatorname{cotg} \alpha$.

Man sieht daher, daß eine tüchtige Verbindung des Kehlbalkens mit dem Sparren vortheilhaft, und daher hier eine Verblattung der gewöhnlichen Verzapfung vorzuziehen ist; ebenso hat man Sorge zu tragen, daß die Länge D E nicht zu groß wird, damit die Vertikalpressung Z keinen zu großen Hebelsarm bekommt. Man stellt daher gewöhnlich die Stuhlsäulen dicht an die Sparren; 2 bis 3 Fuß wird man indessen die Entfernung DE immer betragen lassen dürfen, wenn man dadurch die Kehlbalken in ihrer frei liegenden Länge so beschränken kann, daß sie keiner weiteren Unterstützung bedürfen. Wird diese indessen nothwendig, so bringt man wohl eine dritte Stuhlwand an, indem man dieselbe unter der Mitte der Kehlbalken anordnet, und sagt, ein solches Dach habe einen dreifachen stehenden Dachstuhl. Eine solche mittlere Stuhlwand hat aber den Nachtheil, daß sie den Dachraum gerade an der gangbarsten Stelle beengt, und kommt daher selten zur Anwendung.

Dieser Uebelstand kann durch eine ähnliche Anordnung wie in Fig. 2 Taf. 27 umgangen werden, wenn man über dem Kehlbalken zwei Streben anbringt, die eine Hängsäule und mittels dieser den Kehlbalken stützen; zugleich ist hierdurch Gelegenheit gegeben, die so nützliche Firstpfette anzuordnen.

Die in einer solchen Verbindung erwachenden Kräfte können ganz nach den in §. 23 dieses Kapitels gegebenen Formeln berechnet werden, so daß wir hier darüber hinweggehen und uns zu den Details wenden können.

§. 30.

Worauf es hier zunächst ankommt, ist die Verbindung zwischen Sparren, Kehlbalken, Stuhlpfosten und Pfette, denn die Verbindung der Sparren unter sich an der First und mit den Balken am Fuße, bleibt ganz so, wie wir sie bereits erörtert und in den Figuren auf Taf. 25 dargestellt haben.

Die fragliche Verbindung wird gewöhnlich nach Fig. 13 Taf. 27 angeordnet, in dem der Kehlbalken mit dem Sparren durch einen verbohrten schrägen Zapfen verbunden, der erstere auf die Stuhlpfette aufgekämmt oder aufgedollt und der Stuhlpfosten in die Pfette verzapft und verbohrt wird.

Diese Verbindungsweise hat aber den Nachtheil, daß der Kehlbalken mit dem Sparren als verbunden kaum angesehen werden kann; denn die Verbohrung ist durchaus nicht haltbar, und ist der hölzerne Nagel zerbrochen oder verfault, so kann der Sparren nur als aufliegend, und nicht als charnierartig mit dem Kehlbalken verbunden angesehen werden. Die Verbindung zwischen Kehlbalken, Pfette und Stuhlpfosten ist ebenfalls keine „feste“; denn sobald der Kehlbalken aus dem Kamme gehoben wird, was leicht geschieht, so ist die Verbindung aufgehoben, so daß die ganze in Fig. 13 Taf. 27 dargestellte Verbindung ein „fester Knoten“ nicht genannt werden kann. Dies ist aber der Fall, wenn man die Anordnung nach Fig. 14 Taf. 27 in der von „Moller“ angegebenen Weise trifft. Hier bilden die drei Hölzer, Sparren, Stuhlpfosten und Kehlbalken einen festen Knoten, weil sie ein unverschiebliches Dreieck bilden, und die Pfette hat eine ebenfalls durchaus gesicherte Lage. Dieselbe ist seitwärts etwa um zwei Zoll ausgeschnitten und um eben so viel der Stuhlpfosten, so daß beide Hölzer etwa 4 Zoll in einander eingreifen, wodurch ein Verschieben, nach der Länge der Pfette, sehr kräftig verhütet wird; da nun ferner der Kehlbalken ebenfalls um $1\frac{1}{2}$—2 Zoll ausgeschnitten ist und die Pfette umfaßt, so ist eine Bewegung der Pfette überhaupt nicht denkbar, denn die letztere Verbindung macht auch eine Drehung um den Punkt a unmöglich, ohne daß ein Bolzen oder dergl. die Pfette an den Stuhlpfosten befestigte. Es ist hierbei keineswegs nöthig, daß Sparren, Kehlbalken und Stuhlpfosten bündig liegen, sondern es genügt, wenn die Blätter der beiden letztgenannten Hölzer eine Stärke von 2 Zoll erhalten und etwa 1—$1\frac{1}{2}$ Zoll tief eingelassen werden.

Das Aufschlagen eines solchen Binders ist zwar etwas weniger bequem als bei der gewöhnlichen Anordnung, doch dürfte dieser von den Zimmerleuten häufig gemachte Einwand, gegenüber der jeden Falls besseren Verbindung, wohl keine Beachtung verdienen. Man stellt zuerst den Stuhlpfosten auf und verbindet diesen mit dem Sparren, dann wird die Pfette eingelegt und bis zum Aufbringen des Kehlbalkens durch einen provisorisch eingeschlagenen Klammerhaken vor dem „Kannten“ bewahrt, zuletzt der Kehlbalken seitwärts eingeschoben und sein Blatt mit dem Sparren verbohrt oder besser, aber auch freilich theuerer, verbolzt.

Sind so die Binder aufgestellt, so ist das Aufschlagen der Leergespärre nicht schwieriger, als bei der althergebrachten Verzapfung. Damit indessen die Leergebinde nicht aus ihrer lothrechten Ebene weichen können, reicht ein bloßes Ausschneiden der Kehlbalken derselben für den Eingriff der Pfette nicht hin, sondern es muß auch letztere etwas ausgeschnitten, oder es müssen beide Hölzer mit einander verkämmt werden. Bei den Leergebinden wird immer ein tüchtiger hölzerner Nagel zur Verbindung der Kehlbalken und Sparren hinreichen.

Die Längenverbindung des Daches wird durch Kopf-

büge, die von den Stuhlpfosten nach der Pfette gehen, erlangt. Bei einer Anordnung nach Fig. 13 **Taf. 27** werden diese eingezapft und verbohrt, nach der in Fig. 14 **Taf. 27** gezeichneten aber, können sie nur in die Pfette verzapft werden, während sie in die Stuhlpfosten mit schwalbenschwanzförmigen Blättern eingeblattet und genagelt werden. Sollen über dem Kehlbalken Streben aufgestellt werden, so ist die Verbindung ganz nach den bei den Fig. 4—6 **Taf. 27** gegebenen Andeutungen anzuordnen, denn daß der Kehlbalken so wohl als der Stuhlpfosten, wie in den obengenannten Figuren, auch doppelt genommen werden können, leuchtet ein.

§. 31.

Den gewöhnlichen liegenden Dachstuhl stellt Fig. 1 **Taf. 28** dar. Er ist im Allgemeinen nach denselben Prinzipien konstruirt, wie der stehende, nur kommt noch ein besonderes Holz, der Spannriegel **M**, hinzu, der die unmittelbar unter den Sparren liegenden schrägen Stuhlsäulen aus einander hält, und selbst wieder durch Kopfbüge, die von den Stuhlsäulen ausgehen, gestützt und mit letzteren besser verbunden wird. In den Leergebinden fehlt der Spannriegel, wie dies Fig. 2 **Taf. 28** zeigt, und sie unterscheiden sich in nichts von den Leergebinden stehender Dachstühle, als durch die etwas veränderte Gestalt der Stuhlpfette. Bei **A** Fig. 1 ist eine Stuhlschwelle angebracht, welche bei dieser Construction selten fehlt, obgleich sie eigentlich nicht nöthig wäre, da an dieser Stelle eine Vertheilung des, durch die Stuhlsäule auf den Balken übertragenen, Druckes unnöthig erscheint. Sie hilft aber den Längenverband bilden, indem von ihr aus Fußbüge nach der Stuhlsäule gehen, sowie Kopfbüge von dieser zur Pfette, wie solches der Längendurchschnitt Fig. 3 zeigt.

Denken wir uns die Pfette in der halben Höhe des Sparren, so wirkt hier in jedem Gebinde $\frac{1}{2}$ Q vertikal abwärts. Diese Pressung müssen wir uns in zwei Komposante zerlegt denken, von denen die eine in die Richtung des Sparrens fällt, die andere senkrecht darauf gerichtet ist. Nach den Bezeichnungen in dem Leergebinde Fig. 2 **Taf. 28** ergibt sich:

$$V' = \tfrac{1}{2}\, Q \sin\alpha \text{ und}$$
$$p = \tfrac{1}{2}\, Q \cos\alpha;$$

letztere Pressung nach der Richtung des Kehlbalkens und parallel mit V′ zerlegt, gibt:

$$W = p \operatorname{Cosec}\alpha = \tfrac{1}{2}\, Q \operatorname{Cosec}\alpha \operatorname{Cos}\alpha = \tfrac{1}{2}\, Q \operatorname{cotg}\alpha,$$

und

$$V'' = p \operatorname{cotg}\alpha = \tfrac{1}{2}\, Q \operatorname{cotg}\alpha \operatorname{Cos}\alpha.$$

In den Leergebinden muß nun der Kehlbalken der Pressung **W** mit rückwirkender Festigkeit widerstehen, während die Pfette der Pressung V″ mit relativer Festigkeit Widerstand leisten muß. Hierbei nehmen wir an, daß der Sparren erst durch den Kehlbalken, auf welchem er lose aufliegt, auf die Pfette wirkt.

Dieselben Beziehungen finden in dem Bindergespärre Fig. 1 **Taf. 28** statt, nur ist es zweifelhaft, ob der Kehlbalken, oder der Spannriegel der Pressung **W** Widerstand leistet, und da sowohl das Eine wie das Andere stattfinden kann, so müssen beide, jeder für sich, dieser Pressung gewachsen sein. Deßhalb könnte eigentlich in dem Bindergespärre der Kehlbalken ganz fehlen, wenn man ihn nicht für das Kehlgebälk als Gebälk brauchte.

Der Spannriegel ist daher einer Pressung $W = \frac{1}{2}\, Q \operatorname{cotg}\alpha$ ausgesetzt, und auf die Stuhlsäule werden durch die Pfette die Pressungen v″ der Lehrgebinde übertragen, so daß sich, wenn n dergleichen Gebinde zwischen zwei Bindern vorhanden sind,

$$V'' = \frac{n}{2}\, Q \operatorname{cotg}\alpha \operatorname{Cos}\alpha \text{ ergibt.}$$

Diese Pressung zerlegt sich im Fußpunkte der Stuhlsäule nach horizontaler und vertikaler Richtung; und es ergibt sich erstere

$$S' = V'' \operatorname{Cos}\alpha = \frac{n}{2}\, Q \operatorname{cotg}\alpha \operatorname{Cos}^2\alpha \text{ und}$$

letztere

$$N' = V'' \sin\alpha = \frac{n}{2}\, Q \operatorname{Cos}^2\alpha.$$

Im Fußpunkte des Sparrens haben wir $R = V + V' = \frac{1}{4}\, Q \operatorname{Cosec}\alpha + \frac{1}{2}\, Q \sin\alpha = \frac{1}{4}\, Q (\operatorname{Cosec}\alpha + 2\sin\alpha)$, und hieraus den Horizontalschub

$$S = R \operatorname{Cos}\alpha = \tfrac{1}{4}\, Q\, (\operatorname{cotg}\alpha + \sin 2\alpha),$$

und

$$N = R \sin\alpha = \tfrac{1}{4}\, Q\, (1 + 2\sin^2\alpha).$$

Nimmt man auch hier, wie in den früheren Fällen, bei **D** eine charnierartige Verbindung zwischen Sparren und Kehlbalken an, so wird der Horizontalschub am Fuße des Sparren ebenfalls aufgehoben, und es treten überhaupt dieselben Modifikationen ein, die wir früher weitläufig erörtert haben. Ebenso lassen sich, wie in der Figur punktirt angedeutet, über dem Kehlbalken ein Paar Streben aufstellen, um eine Firstpfette anzubringen und den Kehlbalken und Spannriegel durch eine Hängsäule zu unterstützen. Ja es finden sich nicht selten dergleichen Constructionen, besonders aus dem Ende des 17ten Jahrhunderts, bei welchen diese Hängsäule bis auf den Hauptbalken hinabreicht und diesen in der Mitte stützt.

§. 32.

Was die einzelnen Verbindungen bei einem solchen Dachstuhle anbelangt, so ist es wieder der Knoten bei **D** Fig. 1 **Taf. 28**, der besonders in Betracht gezogen zu werden verdient. In Fig. 4 ist derselbe in größerem Maaßstabe dargestellt. Der Kehlbalken ist, wie gewöhnlich, in

den Sparren verzapft, verbohrt und mit der Pfette durch Verkämmung verbunden. Letztere hat im Querschnitte zwei Seiten parallel zu dem Sparren, die untere senkrecht auf diese Richtung, und die obere parallel dem Kehlbalken gerichtet. Sie ruht in einem Ausschnitt der Stuhlsäule, die außerdem noch mit einem kurzen, unverbohrten Zapfen in dieselbe eingreift. Die Stuhlsäule liegt unmittelbar unter dem Sparren und greift mit einer Versatzung nebst Zapfen in den Kehlbalken. An ihrem Fuße steht die Stuhlsäule mit einem unverbohrten Zapfen in der Stuhlschwelle, und gewöhnlich auch noch mit einem geringen Theile ihres Querschnitts unmittelbar in dem Binderbalken. Die Form des Querschnitts der Stuhlschwelle bildet ein Fünfeck mit drei rechten Winkeln bei a, b und c, wie dies Fig. 5 zeigt. Die Stuhlschwelle soll, außer dem früher angegebenen Zwecke, die Fußbüge der Stuhlsäulen aufzunehmen, auch noch ein nachtheiliges Verlochen des Balkenkopfs verhüten. Ist aber das Dach nicht sehr belastet, so daß die Spannung S' am Fuß der Stuhlsäule nicht sehr bedeutend ausfällt, also auch der Winkel α nicht zu klein, so kann man die Schwelle fortlassen und die Stuhlsäule mit einem geächselten Zapfen unmittelbar in den Balken einsetzen, wie dies in Fig. 6 dargestellt ist.

Der Spannriegel greift mit Zapfen und Versatzung in das Blatt der Stuhlsäule und wird hier gewöhnlich verbohrt, daher bedarf dieses neben der Pfette stehen bleibende Blatt einer Stärke von 3½—4 Zoll. Die Kopfbüge zwischen Stuhlsäule und Spannriegel werden eingezapft, gewöhnlich aber auch noch mit einer Versatzung versehen und verbohrt.

Man sieht wohl, daß bei einiger Tiefe des Gebäudes, der Spannriegel, und in den Leergebinden auch der Kehlbalken, bald zu lang werden, um ohne eine Unterstützung zwischen den Endpunkten, sich selbst, oder gar noch eine fremde Last zu tragen. Gewöhnlich wird dann in der Mitte noch die Stuhlwand eines stehenden Stuhles angeordnet, und damit die Pfette derselben alle Kehlbalken unterstützen kann, ohne daß man unter denselben Ausfütterungen anbringen müßte, so legt man diese Pfette zwischen den Kehlbalken und den Spannriegel der Bindergespärre und zapft den vertikalen Stuhlpfosten in letzteren ein, wie dies in Fig. 7 Taf. 28 dargestellt ist. Die Kopfbüge zwischen Stuhlpfosten und Spannriegel würden nun aber leicht ein Durchbiegen des letzteren verursachen, wenn man nicht die ersteren mit dem Spannriegel überblattete und in den Kehlbalken und in die Stuhlsäule ebenfalls mit einem schwalbenschwanzförmigen Blatte einließe. Durch diese Anordnung geht übrigens einer der am meisten gerühmten Vortheile der liegenden Dachstühle, ein freier Bodenraum, größten Theils wieder verloren.

§. 33.

Der stehende und liegende Dachstuhl sind die am häufigsten zur Anwendung kommenden Constructionen, sowohl bei den Pfetten-, als bei den Kehlbalkendächern, weßhalb wir die gegenseitigen Vor- und Nachtheile beider etwas näher besprechen wollen.

Der stehende Dachstuhl, besonders nach der in Fig. 12 Taf. 27 gezeichneten Anordnung, hat unstreitig den Vorzug der Einfachheit, leichteren Bearbeitung und Holzersparniß, indem die senkrechten Stuhlsäulen immer kürzer als die schrägliegenden werden, außer dem die Spannriegel fortfallen und kein starkes Holz zu den Stuhlsäulen erforderlich ist. Als Nachtheile müssen wir anführen, daß ein großer Theil der Dachlast auf Punkte der Binderbalken übertragen wird, die nun einer besondern Unterstützung bedürfen, während bei dem liegenden Stuhle alle Vertikalpressungen auf die, immer sicher unterstützten, Enden der Balken reduzirt werden. Der stehende Stuhl versperrt durch seine Stuhlsäulen den Dachraum, während der liegende dies gar nicht thut; und eine Anordnung des stehenden Stuhles in mehreren Etagen über einander ist geradezu unausführbar, während dies bei dem liegenden Stuhle wohl angeht. Dagegen ist aber der stehende Dachstuhl, auch bei dem kleinsten Dachwinkel, mit gleicher Leichtigkeit auszuführen. Der liegende Dachstuhl schafft einen freien Dachraum, wenn nicht eine Stuhlwand in der Mitte nöthig wird, was indessen schon bei 40 Fuß tiefen Gebäuden der Fall sein dürfte, wenn man nicht sehr starke Hölzer zu den Kehlbalken verwenden will; ferner reduzirt er die Last des Daches vollständig auf die immer sicher unterstützten Enden der Balken. Nach Fig. 4 Taf. 34 ist der liegende Dachstuhl auch in mehreren Etagen über einander ausführbar, was besonders früher wohl vorgekommen, obgleich die Construction durchaus nicht zu empfehlen, und in einem solchen Falle ein Pfettendach vorzuziehen ist. Als Nachtheile müssen wir die schwierigere Anfertigung, den großen Holzaufwand, schwere Reparatur einzelner Verbandstücke und die Beschränkung auf steile Dachwinkel anführen; denn schon wenn das Dach flacher als ein Winkeldach ist, wird die Ausführung schwierig, weil die Stuhlsäulen zu flach zu liegen kommen, und der Horizontalschub am Fuß derselben sehr bedeutend wird. Die Stuhlsäulen erfordern in der That sehr starke Hölzer, weil sie am oberen Theile, wenn die Stuhlpfette auch nur 6 Zoll breit ist, gegen 10 Zoll hoch sein müssen, und am unteren Ende wegen der Schwelle gegen 7 Zoll. Diese Stärke ist aber für die Pressung, welche sie auszuhalten haben, übermäßig groß und daher durch die Wahl der Zusammensetzung eine Holzverschwendung hervorgerufen. Wenn eine Reparatur oder eine Erneuerung der Pfette oder der Stuhlsäule nothwendig wird, so ist bei der künstlichen Zusammensetzung dieser

hölzer, eine solche schwer auszuführen, und jeden Falls umständlich und kostspielig. Am oberen Ende der Stuhlsäule ist aber eine Beschädigung bei nicht absolut dichter Eindeckung leicht möglich, da hier etwa eindringendes Wasser nicht leicht verdunsten, und daher Veranlassung zur Fäulniß geben kann.

Der letztgenannte Uebelstand tritt zwar hauptsächlich nur bei Kehlbalkendächern besonders hervor, doch auch bei Pfettendächern sind die übrigen Nachtheile des liegenden Stuhls vorhanden.

Da nun aber die Hauptvortheile eines solchen Dachstuhls, der freie Dachraum und die Reduction der Last auf die Balkenenden, bei unsern gewöhnlichen Wohnhäusern, in denen es weder an Scheidewänden zur Unterstützung der Stuhlsäulen des stehenden Dachstuhls fehlt, noch der freie Dachraum, wegen der Benützung desselben zu Dachkammern, von großem Werthe ist, so wird bei dieser Gattung von Gebäuden der stehende Dachstuhl immer den Vorzug vor dem liegenden verdienen, wenn man nicht ein einfaches Pfettendach auch diesem vorziehen will.

2) Flache Dächer.

§. 34.

Unter flachen Dächern haben wir alle die verstanden, bei welchen die senkrechte Höhe kleiner als der fünfte Theil der Tiefe, d. h. nach der von uns gebrauchten Bezeichnungsart, $h < \frac{a}{5}$ ist. Sie werden in der Regel als Pfettendächer construirt und zwar sehr oft als Pfettenstuhldächer; besonders wenn sie recht flach sind. Im Allgemeinen sind aber alle bisher betrachteten Constructionen, mit alleiniger Ausnahme des liegenden Dachstuhls, auch für flache Dächer brauchbar, wenn auch nicht alle gleich häufig; so daß wir keine besondere Anleitung zur Construction solcher Dächer zu geben brauchen, und wenige Andeutungen genügen werden.

Das einfache Sparrendach Fig. 1 **Taf. 25** z. B. wird bei einem flachen Dache nicht angewendet werden, eher noch das Pfettendach Fig. 15 ders. Taf. Da indessen der Horizontalschub am Fuß der Hauptsparren mit der Abnahme des Dachwinkels wächst, der am Fuß eines auf einer Firstpfette aufliegenden Dachsparren aber mit der Abnahme dieses Winkels ebenfalls kleiner wird, so liegt es sehr nahe Pfettenstuhldächer mit einer Firstpfette anzuwenden, und da die Einwirkung des Sturmwindes auf ein flaches Dach nicht leicht gefährlich werden kann, so ordnet man häufig so viel stehende Stuhlwände an, als die Unterstützung der Sparren verlangt, ohne diese Wände durch Kehlbalken oder Zangen mit einander zu verbinden. Die Anordnung einer Firstpfette wird bei diesen Dächern immer nöthig, und eine Construction wie sie in Fig. 9 **Taf. 28** gezeichnet ist, würde durchaus nicht zu empfehlen, sondern in jedem Gebinde noch mit einem zangenartigen, mit dem Sparren festverbundenen Kehlbalken, wie solcher punktirt angedeutet ist, zu versehen sein. Dahingegen kann dem in Fig. 8 **Taf. 28** gezeichneten Verbande kein Vorwurf gemacht werden.

Was die einzelnen Verbindungen anbelangt, so kennen wir dieselben bereits und haben nur in Bezug auf die Verbindung der Sparren am First hinzuzufügen, daß man, bei ganz flachen Dächern, statt der Ueberblattung und Verbohrung, oft auch an jeder Seite ein einzölliges Brettstück mit langen eisernen Nägeln zu befestigen pflegt.

β. Dächer in nicht unmittelbarer Verbindung mit der Balkenlage.

§. 35.

Um mehr Raum unter dem Dache zu gewinnen, und besonders um eine Erleuchtung dieses Raumes, bequemer als durch Dachfenster, bewirken zu können, hat man in neuerer Zeit Dächer construirt, bei welchen die Frontwände der Gebäude über die oberste oder Dachbalkenlage hinauf geführt sind, so daß letztere tiefer liegt als der Fuß der Sparren, und diese daher nicht mehr in unmittelbarer Verbindung mit den Balken stehen. Eine niedrige, unter der gewöhnlichen Stockwerkshöhe bleibende, Wand pflegt man wohl eine Kniewand zu nennen, und da sich bei den in Rede stehenden Gebäuden, über dem obersten Stockwerke noch eins von Kniewänden begrenztes bildet, so hat man dieses einen Kniestock, und das Dach ein Dach „mit Kniestock" genannt.

Die Höhe dieser Kniewände ist sehr verschieden, liegt aber gewöhnlich zwischen 3 und 7 Fuß. Für die Dachconstruction ist diese Höhe ziemlich gleichgültig, sobald die Verbindung zwischen dem Sparrenfuße und dem Kopfe der Dachbalkenlage einmal aufgehoben ist.

Die Dächer können Pfetten- oder Kehlbalkendächer sein, überhaupt unter Zugrundlegung der bisher besprochenen Constructionen angeordnet werden, wobei es nun nicht mehr nöthig ist, daß die Dachbalken nach der Tiefe der Gebäude liegen. Nur bei den eigentlichen Pfettendächern ohne Stuhl, müssen wenigstens die Binderbalken in dieser Richtung liegen. Hieraus folgt sogleich, daß bei diesen Dächern auch die Anzahl der Sparren nicht mit der der Balken übereinzustimmen braucht, was in manchen Fällen von Nutzen sein kann.

Ob ferner die Kniewände, d. h. die Erhöhung der Umfangswände über die Dachbalkenlage, von Holz oder von Stein sind, übt auf die Dachconstruction keinen wesentlichen Einfluß aus; und es gehen die hierauf bezüglichen Verschiedenheiten aus den betreffenden Figuren deutlich hervor.

Im Allgemeinen ist bei diesen Dächern zu bemerken, daß die Festigkeit der Construction durch die Aufhebung des unverschieblichen Dreiecks, welches durch zwei Sparren und den zugehörigen Dachbalken gebildet wird, leidet, und daß dieselbe durch andere Mittel niemals auf so einfachem Wege und mit so wenig Mitteln erreicht werden kann. Anderntheils sind aber eine bessere Benützung des Dachraumes, und eine zweckmäßiger anzuordnende Beleuchtung desselben, wozu noch eine oft sehr erwünschte größere Höhe der Umfangswände für die Architektur der Façade hinzukommt, so überwiegende Vortheile, daß man in neuerer Zeit fast nur noch Dächer mit Kniewänden construirt.

Da die gegenseitige Verbindung der Sparrenfüße eines und desselben Gebindes durch einen Balken hier fortfällt, so muß die Construction darauf hinzielen, den Horizontalschub am Fuße der Sparren auf ein Minimum zu reduziren, um die Stabilität der Kniewand nicht zu gefährden. Hiernach empfiehlt sich vor allen Dingen die Anordnung einer Firstpfette und die Anbringung eines zangenartigen Kehlbalkens.

Wir wollen nun die in Rede stehende Construction unter Zugrundlegung der bisher besprochenen Systeme kennen lernen.

§. 36.

Wenn die Kniewand eine nur geringe Höhe hat, so läßt sich das einfache, oder auch das mit einem Kehlbalken in den Bindern versehene Pfettendach, nach Fig. 1 Taf. 29, anwenden. Die Firstpfette erhält hierbei eine leichte und sichere Unterstützung, und die Dachlast wird auf die Enden der Binderbalken übertragen.

Ist für die Dachsparren eine mittlere Unterstützung nöthig, so ordnet man in den Bindern (wie in unserer Figur gezeichnet) einen Kehlbalken an, der aber beide Sparrenpaare zangenartig umfassen und mit diesen verbolzt sein muß, wodurch die Zwischenpfette ebenfalls eine sehr gesicherte Lage bekommt. Der Fuß der Dachsparren ruht, bei einer massiven Kniewand, auf einer Sparrenschwelle, die wie eine Mauerlatte auf der Kniemauer liegt, und bei einer hölzernen Kniewand auf der Pfette derselben.

Die in einer solchen Construction erwachenden Kräfte und Pressungen lassen sich nach dem bereits Vorgetragenen leicht ermitteln, weßhalb wir, um Wiederholungen zu vermeiden, die Entwickelung der betreffenden Formeln dem Privatfleiße unserer Leser überlassen, und nur folgende Bemerkungen noch hinzufügen.

§. 37.

In den Leergebinden, Fig. 2 (in welchen der Kehlbalken fehlt), ergibt sich am Fuße des Sparrens nach §. 17 dies. Kap. (S. 84) ein Horizontalschub $S = \frac{3}{8} Q \sin 2\alpha$, und eine Vertikalpressung $N = \frac{1}{4} Q (1 + 3 \sin^2\alpha)$. Beide wirken auf die Sparrenschwelle bei A in unserer Figur, und der Horizontalschub S wird auf Drehung der Kniewand um den Punkt B mit voller Kraft wirken, wenn die Reibung der Sparrenschwelle auf der Maueroberfläche größer als S ist. Wäre dies nicht der Fall, so würde die Sparrenschwelle verschoben werden.

Nennen wir daher den Reibungscoeffizienten f, so muß

$$f \tfrac{1}{4} Q (1 + 3 \sin^2\alpha) > \tfrac{3}{8} Q \sin 2\alpha$$

sein.

Nach unserer früheren Bezeichnungsweise ist aber

$$\sin^2\alpha = \frac{4h^2}{4h^2 + a^2}$$

und

$$\sin 2\alpha = \frac{4ah}{4h^2 + a^2}.$$

Demnach haben wir

$$\tfrac{1}{4} f \left(1 + \frac{12h^2}{4h^2 + a^2}\right) > \tfrac{3}{8} \frac{4ah}{4h^2 + a^2},$$

oder

$$f\, 16h^2 + a^2 > 6ah,$$

und nehmen wir $f = \frac{1}{3}$, so müßte

$$16h^2 + a^2 > 18ah$$

sein.

Dies ist aber nur noch der Fall, wenn h größer als a wird, denn für

$h = a$ haben wir $17 > 18$,

und für

$h = \frac{a}{2}$ „ „ $5 > 9$ u. s. f.

Hieraus erhellt, daß ein bloßes Auflegen der Sparrenschwelle auf die Mauer, in allen den Fällen, in welchen die Höhe des Daches geringer ist, als die Gebäudetiefe, unzulässig erscheint. Sie muß daher, etwa nach Fig. 1 und 2 Taf. 29, um mehrere Zolle in die Mauer versenkt werden, so daß wenigstens noch 1 Fuß Mauerwerk davor stehen bleibt. Hierzu ist aber eine Stärke der Kniewand von 1½ Fuß oder 1½ Backsteinlängen erforderlich, und wo eine solche nicht vorhanden ist, thut man besser, eine eigene Kniewand, aus Schwelle, Pfosten, Pfette und den nöthigen Bügen bestehend, hinter die Mauern zu setzen, wie dies in Fig. 1 Taf. 30 bei A angenommen ist, wenn man die Sparrenschwelle nicht etwa auf die Art hinter der Mauer befestigen will, daß man in angemessenen Entfernungen Kragsteine in dieser einmauert, auf der sie ruht, Fig. 2 Taf. 30 bei B.

Ist die Lage der Sparrenschwelle gegen Verschiebung gesichert, so muß in Bezug auf die Stabilität der Kniewand, der Gleichung

$$S\, H = \tfrac{1}{2} H b^2 q + \tfrac{1}{2} b D$$

oder

$$S\, H = \tfrac{1}{2} b (H b q + D),$$

welcher b die Stärke der Kniewand, q aber das Gewicht eines Kubikfußes Mauerwerk bedeutet, und angenommen wurde, die Sparrenschwelle liege mitten auf der Mauer, Genüge geschehen.

§. 38.

Liegen die Dachsparren mit ihrem Fuße auf der Pfette der hölzernen Kniewand, wie rechts in Fig. 1 **Taf. 29**, so kann die Pfette wegen ihrer Verbindung mit den Pfosten wohl nicht verschoben oder gekantet werden, und der Horizontalschub findet nur in der Stabilität der Kniewand den Widerstand. Dieser ist aber so gering, daß er gar nicht in Betracht gezogen werden kann, und es muß daher auf andere Weise für den sicheren Stand der Kniewand gesorgt werden. Dies kann geschehen, wenn man, nach Fig. 4 **Taf. 29**, in der Kniewand, mit den Hauptsparren in einer Ebene liegend, einen Pfosten anordnet, und von diesem nach dem Hauptsparren eine Zange führt, die beide Hölzer verkämmt und durch tüchtige hölzerne Nägel befestigt ist. Fürchtet man aber hierbei doch noch ein Ausbiegen der Pfette zwischen den Bindern, so kann man, etwa in der Mitte zwischen zwei Bindern, von einem Pfosten der Kniewand nach den Balken, in Gestalt eines Fußbandes, eine Zange gehen lassen, wie es die Figur punktirt zeigt, oder man gibt der Kniewand eine besondere Wandpfette, und ordnet auf dieser, nach Fig. 5 **Taf. 29**, ein Stichgebälk an, welches die Sparren unmittelbar aufnimmt, oder auch wieder eine Sparrenschwelle trägt. Hierbei finden die Stichbalken in den Bindern, an ihrem hinteren Ende, ihre Befestigung an den Hauptsparren. Zwischen diese Binderstichbalken werden Wechsel a eingezapft, welche die Stichbalken für die Leergebinde aufnehmen. Dieselbe Anordnung läßt sich auch bei einer massiven Kniewand treffen (Fig. 6 **Taf. 29**), und in beiden Fällen wird die Stabilität der letzteren durch den Sparrenschub gar nicht in Anspruch genommen. Die Anordnung mit dem Stichgebälk kommt besonders dann in Anwendung, wenn durch dasselbe die Bildung eines hölzernen Hauptgesimses bezweckt werden soll.

§. 39.

Wir haben früher gesehen, daß ein Horizontalschub am Fuße der Dachsparren nur dann eintreten kann, wenn wir die Verbindung derselben am First als gelöst annehmen, und daß derselbe verschwindet, wenn wir hier eine, wenn auch nur charnierartige, Verbindung voraussetzen. Diese Verbindung ist daher bei diesen Dächern besonders wichtig, und wenn man eine schwache Kniemauer, oder an deren Stelle eine Holzwand hat, und keine der eben angeführten Sicherungen anbringen will, muß man diese durch eine solide Verbindung der Sparren am First ersetzen, und hier, statt der gewöhnlichen hölzernen Nägel, eiserne Niethe, wie wir solche auf Seite 10 beschrieben haben, anwenden.

Der Längenverband eines nach Fig. 1—3 **Taf. 29** construirten Daches, wird durch die Pfetten hergestellt, und kann durch Sturm- und Schwebelatten, die in Form von Andreaskreuzen zwischen den Pfetten und der Sparrenschwelle liegen, bedeutend verstärkt werden. Kopfbüge sind keine anzubringen, und so bleibt der ganze Dachkörper im Innern ohne allen Längenverband, weßhalb die Anwendung dieser Construction bei freistehenden, dem Sturme ausgesetzten, großen Dachgiebeln bedenklich erscheint, und ein Dach mit Stuhl vorzuziehen sein dürfte.

Es ist klar, daß für die Construction des Daches, nur in den Bindern Balken nach der Tiefe des Gebäudes nöthig sind, und dazwischen alle übrigen Balken ganz fehlen können, weßhalb diese auch in dem Längendurchschnitte, Fig. 3 **Taf. 29**, fehlen.

§. 40.

Die Pfettenstuhldächer werden, sowohl in stehender als liegender Form, vielfach angewendet; und eine Vergleichung der Fig. 4 **Taf. 26** und Fig. 7 **Taf. 27** mit Fig. 6 **Taf. 29** zeigt auch bald, daß durch das Tieferliegen der Dachbalkenlage, kein wesentlicher Unterschied für die Dachconstruction herbei geführt wird. In den Bindern ist in beiden Fällen wegen des zangenartigen Kehlbalkens ein Horizontalschub der Sparren nicht zu fürchten. Anders ist es aber in den Leergebinden, denn da hier die Firstpfette fehlt, so ergibt sich der Horizontalschub ziemlich bedeutend, und wenn auch ein Gleiten oder Kanten der Sparrenschwelle leicht verhindert werden kann, so bleibt doch immer für die Stabilität der Kniewand zu fürchten. Ist diese von Holz, so wird ein Stichgebälk, welches die Fußenden der Sparren aufnimmt, unumgänglich nothwendig; auch wird ein solches bei einer massiven Kniewand selten entbehrt werden können. Für diesen Fall empfiehlt sich der liegende Stuhl gegenüber dem stehenden, weil die Stichbalken, wenigstens in den Bindern, etwas kürzer ausfallen, und auch den Dachraum nicht so versperren. Letzterer Umstand kommt indessen bei unsern Wohngebäuden, bei welchen der Dachraum gewöhnlich in mehrere Kammern abgetheilt wird, weniger in Betracht, indem man die Wände dieser Kammern häufig auf die Binder richten können wird, in denen dann doch immer einige Verbandstücke nothwendig sind, und eines derselben durch den Stichbalken ersetzt werden kann. Bei dem liegenden Stuhle müssen wieder, wie bei dem Pfettendache, wenigstens die Binderbalken, nach der Tiefe des Gebäudes liegen, was bei dem stehenden Stuhle nicht nothwendig ist, wie dies die rechte Hälfte des Binders, Fig. 6

Taf. 29, zeigt. Trifft selbst kein Balken unten den Stuhlpfosten, so kann derselbe durch einen zwischen zwei Balken eingezogenen Wechsel, oder durch ein quer über die Balken gelegtes Schwellstück, ersetzt werden, da der stehende Stuhl keinen Horizontalschub auf die Balkenlage ausübt.

Bringt man nach Fig. 2 Taf. 27 eine Firstpfette an, so treten für den Horizontalschub der Leersparren ganz dieselben Bedingungen auf, wie in §. 23, und es können in diesem Falle die Stichbalken leichter entbehrt werden.

Der Längenverband eines Pfettenstuhldaches kann durch Kopfbüge zwischen den Stuhlpfosten und den Pfetten hergestellt werden, und es sind daher die Sturmlatten und Andreaskreuze zwischen den Pfetten entbehrlich.

Die zu Fig. 6 Taf. 29 gehörigen Leergebinde, so wie die Längendurchschnitte ergeben sich von selbst, so daß wir eine Zeichnung derselben, um Raum zu erspaaren, füglich fortlassen können.

Ebenso haben wir keine neuen Details zu besprechen, denn die Bildung des Hauptknotens zwischen Sparren, Pfette und Stuhlpfosten haben wir früher schon weitläufig erörtert, wobei wir zugleich bemerkten, daß es am einfachsten und sichersten ist, den Kehlbalken doppelt zu nehmen, daß man aber auch mit einem einfachen Holze eine solide Verbindung erzielen kann.

§. 41.

Die Kehlbalkenstuhldächer kommen häufiger zur Anwendung, als die Pfettenstuhldächer, weil sie ein vollständiges Kehlgebälk haben, und man ein solches, in den meisten Fällen, nur ungern entbehrt; und ist ein solches Kehlgebälk erforderlich, so haben auch die erstgenannten Dächer vor den letzteren Vorzüge, obgleich man in einem Dache, nach Fig. 6 Taf. 29, auch sehr leicht ein Kehlgebälk anordnen kann, wenn man die Zange als einen Unterzug ansieht, und die Kehlbalken parallel mit den Pfetten darüber legt. Der Vorzug der Kehlbalkendächer wird aber nur dann zur Wahrheit, wenn die Sparren mit den Kehlbalken durch Blätter fest verbunden werden, so daß letztere als Zangen wirken, und allen Horizontalschub aufheben. Dieser Vorzug tritt um so mehr hervor, wenn die Firstpfette fehlt, die bei Wohngebäuden sehr oft, wegen der im First hinausgeführten Rauchröhren, nicht wohl angebracht werden kann. Bei einem solchen Kehlbalkendache fallen die Besorgnisse wegen der Stabilität der Kniewand fort, und wenn man nicht, eines anzubringenden hölzernen Hauptgesimses wegen, ein Stichgebälk anordnet, so wird es auch nicht durch den Horizontalschub der Sparren bedingt, und kann fortbleiben.

Ob man den stehenden oder liegenden Dachstuhl bei 'nem solchen Dache vorziehen will, wird durch dieselben Vor- und Nachtheile derselben bedingt, die wir früher besprochen haben. Fig. 1 Taf. 30 stellt das Bindergespärre eines Daches mit stehendem, und Fig. 2 derselben Tafel den Binder eines Daches mit liegendem Stuhle dar, und zwar ist in beiden Figuren, auf der linken Seite, die ältere Constructionsweise (nur mit dem angeblatteten statt des eingezapften Kehlbalkens in Fig. 1), auf der rechten die neuere Verbindungsweise gezeichnet. Bei dem stehenden Stuhle ist der Unterschied gering, und wenn die ältere Verbindung zwischen Pfette, Kehlbalken und Stuhlpfosten auch keinen „festen Knoten“ bildet, so gewährt sie doch mehr Bequemlichkeit beim Aufschlagen des Daches, wogegen die neuere, rechts gezeichnete, Construction diese aufgibt, dagegen aber einen sehr festen Knoten bildet.

Bei dem liegenden Dachstuhle, Fig. 2, ist aber der Vortheil unstreitig auf Seite der neueren Verbindungsweise, denn sie ist fast eben so leicht aufzuschlagen, und jedenfalls weit einfacher, fester und auch Holz spaarender, als die ältere, links gezeichnete. Die scheinbar unsichere Lage der Pfette (auf der rechten Seite der Figuren) ist in der That nur scheinbar, besonders wenn man sie nach Fig. 3 Taf. 30 anordnet. Aber auch die Lage in Fig. 3 ist sicher, wovon sich Jeder sehr leicht durch ein kleines, nur mit dem Messer angefertigtes, Modell überzeugen kann. Es hat mit dieser Verbindung ganz dieselbe Bewandtniß, wie mit der, Fig. 14 Taf. 27, gezeichneten, über welche sich auf S. 92 einige Worte gesagt finden.

Fig. 4 Taf 30 zeigt eine geringe Abweichung von Fig. 2 in Beziehung auf die Lage der Stuhlpfette, wie sie hierorts nicht ungewöhnlich ist.

Der Längenverband dieser Dächer ist leicht durch Kopfbüge zwischen den Stuhlpfosten und Stuhlpfetten herzustellen; eben so ergeben sich die Leergebinde und Längendurchschnitte ohne weitere Erläuterung von selbst.

b. Dächer mit gebrochenen Dachflächen.

§. 42.

Unter diesen verstehen wir solche, bei denen die Dachlangseiten aus zwei unter einem Winkel, kleiner als 180 Grad, zusammenstoßenden Ebenen gebildet werden, und von welchen Fig. 1 Taf. 31, in einem Querschnitte, ein Bild gibt. Man nennt sie allgemein Mansardedächer, nach ihrem angeblichen Erfinder, „Jules Hardouin Mansard“, einem französischen Architekten des 17. Jahrhunderts (1647—1708).

Diese Dächer haben eine fast unglaubliche Verbreitung gefunden, und erst spät ist man zu der Einsicht gelangt, daß sie als wahre architektonische Ungethüme erscheinen, daß man den von ihnen gerühmten Nutzen a andere Weise leichter erreichen kann, und daß sie w kostspieliger als andere Dächer sind, so daß sie jetzt,

nen Gebäuden, wohl nicht leicht wieder vorkommen ften. Da sie aber in so großer Anzahl vorhanden sind, ausgebessert oder, anderer Einrichtungen wegen, wohl erneuert werden müssen, so wollen wir ihre Con- uction kurz beschreiben, uns dabei aber der freudigen ffnung hingeben, daß keiner unserer Leser aus freiem llen ein solches Dach construiren werde.

§. 43.

Baumeister und Mathematiker haben sich viele Mühe geben, die beste Form für diese Dächer ausfindig zu chen, besonders auch in Bezug auf die Stabilität derselben.

Denkt man sich hierbei allen innern Verband des aches entfernt, also nur die Sparren eines Gebindes ein aufgestellt, so ergibt sich die Aufgabe, diese so zu- mmenzustellen, daß sie sich unter ihrer Belastung und ne weitere Verbindung in den Kreuzpunkten der Hölzer, genseitig im Gleichgewicht halten.

Stellt Fig. 5 Taf. 80 diese Zusammenstellung dar, nennen wir die in den Schwerpunkten der Sparren wirk- men vertikalen Lasten, bezüglich auf die Bezeichnungen in r Figur, P und Q, und nehmen wir an, daß der un- re Sparren bei A weder horizontal, noch vertikal ver- oben werden kann, so ist nur noch nachzuweisen, daß ch keine Drehung um den Punkt A stattfinden kann, m das verlangte Gleichgewicht hergestellt zu sehen. Auf rehung um den Punkt A wirken aber die Kräfte S, N nd $\frac{1}{2}$ Q. Die Momentengleichung ist daher,

$$S \sin \beta = N \operatorname{Cos} \beta + \tfrac{1}{2} Q \operatorname{Cos} \beta,$$

oder

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{N + \frac{1}{2} Q}{S}.$$

Nach früheren Lehren ergibt sich aber

$$S = \tfrac{1}{2} P \operatorname{Cotg} \alpha$$

und

$$N = P,$$

daher haben wir

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{P + \frac{1}{2} Q}{\frac{1}{2} P \operatorname{Cotg} \alpha} = \frac{2P + Q}{P \operatorname{Cotg} \alpha}.$$

Setzen wir hierbei P = Q voraus, so daß beide Sparren als gleich lang und mit demselben Material auf dieselbe Weise eingedeckt angenommen werden, so ergibt sich

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{3}{\operatorname{Cotg} \alpha} = 3 \operatorname{tg} \alpha,$$

und daraus

$$\operatorname{tg} \beta : \operatorname{tg} \alpha = 3 : 1.$$

Bezeichnet ferner a die halbe Tiefe des Daches oder die Abmessung AD, Fig. 5 Taf. 80, und h die ganze Höhe oder die Abmessung CD, so mögen x und y die Ordinaten zur Bestimmung des Punktes B, unter der Voraussetzung sein, daß AB = BC wird. Es ist $AB = \sqrt{(a-x)^2 + y^2}$ und $BC = \sqrt{x^2 + (h-y)^2}$, und da beide Längen einander gleich sein sollen, so bekommen wir die Gleichung

$$(a - x)^2 + y^2 = x^2 + (h - y)^2$$

und daraus:

$$1)\ 2ax - 2hy = a^2 - h^2.$$

Da sich ferner die Tangenten der Winkel α und β wie 1 : 3 verhalten müssen, $\operatorname{tg} \alpha$ aber $= \frac{h-y}{x}$ und $\operatorname{tg} \beta = \frac{y}{a-x}$ ist, so ergibt sich:

$$3 \frac{h-y}{x} = \frac{y}{a-x}$$

und daraus

$$2)\ 3hx + 3ay - 2xy = 3ah.$$

Aus 1, ergibt sich,

$$y = \frac{h^2 + 2ax - a^2}{2h},$$

und dieser Werth in 2 gesetzt, gibt nach einiger Reduction

$$x^2 - \frac{2a^2 + h^2}{a} x = - \frac{3(a^2 + h^2)}{4},$$

und

$$x = \frac{2a^2 + h^2 \pm \sqrt{a^4 + a^2h^2 + h^4}}{2a},$$

dann

$$y = \frac{a^2 + 2h \pm \sqrt{a^4 + a^2h^2 + h^4}}{2h},$$

wobei indessen nur die unteren Vorzeichen genommen werden können, da x nicht größer als a, und y nicht größer als h werden darf.

Setzen wir, wie es häufig sein wird, a = h, so wird auch x = y, und zwar

$$x = y = \frac{3a^2 - a^2\sqrt{3}}{2a} = a \frac{3 - \sqrt{3}}{2};$$

und es läßt sich nun der Punkt B sehr leicht durch folgende Construction finden. Ueber der ganzen Tiefe gleich 2a beschreibe man in Fig. 6 Taf. 80 einen Halbkreis, errichte im Mittelpunkte die Vertikale DC, und trage den Radius AD von A nach E, und von C nach F, eben so von A' und C nach E' und F', so sind die Schnittpunkte B und B' der Sehnen AE und CF, und A'E' und C'F' die verlangten. Der Winkel β ist = 60 Grad, und α = 30 nach der Construction, die tg von 60 Grad ist aber $= \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{1}{3}\sqrt{3}$ und $\operatorname{tg} 60^0 = \operatorname{Cotg} 30^0 = \sqrt{3}$, mithin $\operatorname{tg} \alpha : \operatorname{tg} \beta = 1 : 3$.

§. 44.

Ursprünglich war die Form dieser Dächer die eines halben regulären Achtecks, wobei aber jedenfalls die unteren

gezeichnet ist, statt der Doppelpfosten einen sogenannten Klebpfosten (Klappstiel) in etwa einfüßiger Entfernung von dem auf den Binder treffenden Wandpfosten, oben in den Haupttramen zapft und unten auf einen Absatz der Fundamentmauer stellt, zwischen beide Pfosten kurze Klötze etwas einläßt, und durch Schraubenbolzen diese drei Hölzer fest vereinigt. Die Streben gehen dann möglichst tief herunter, sind in die Pfosten etwas eingekämmt und ebenfalls durch Schraubenbolzen befestigt.

§. 49.

Sind drei Hängsäulen erforderlich, so kann man, wenn man die Hölzer zu den Hängstreben stark genug erhalten kann, die Anordnung ganz nach Fig. 1 **Taf. 32** treffen, mit dem einzigen Unterschiede, daß man die mittlere Hängsäule bis auf den Haupttramen hinabreichen läßt.

Kann man indessen die Streben nicht stark genug bekommen, so werden dieselben unterhalb doppelt genommen, nach Fig. 1 **Taf. 33**, und ein doppelter Hängbock in den einfachen eingeschlossen. Hierbei sind alle Hängsäulen doppelt, und der horizontale Spannriegel ist mit den kürzeren Streben stumpf zusammengeschnitten. Will man indessen die feste Dreiecksverbindung durch den Spannriegel nicht aufgeben, so kann man diesen doppelt nehmen (siehe die Detailzeichnung Fig. 2 und 3) und denselben so ausschneiden, daß die kurzen Streben sich wieder gegen volles Hirnholz stemmen, die längeren Streben aber noch zangenartig umfaßt werden. Die Hängsäulen werden nun sämmtlich einfach und die beiden kurzen wieder durch die schon mehrfach erwähnten Holzlaschen an beide Streben aufgehängt. Diese letztere Construction ist zwar etwas mühsamer auszuführen, dürfte aber doch nicht mehr Holz erfordern, weil die doppelten Hängsäulen in einfache verwandelt werden; jeden Falls aber eine festere, unverschieblichere Figur bilden, als die zuerst beschriebene; denn nach unserer früheren Definition kann nur der Knoten bei **A** Fig. 2 **Taf. 33** ein fester genannt werden, nicht aber der bei **B** Fig. 1. Der Längenverband sowie die übrigen Details bedürfen keiner näheren Erläuterung.

§. 50.

Obgleich nicht leicht mehr als drei Hängsäulen vorkommen dürften, da man mit dieser Zahl Räume bis zu 80 Fuß Weite überdecken kann, so würde man doch nach den in Fig. 9—12 **Taf. 6** gezeichneten Systemen auch deren noch mehrere anordnen können, wenn die Anzahl der nöthigen Unterstützungen dies verlangte. Die Construction wird sich nach dem bereits Gesagten immer leicht ergeben, und wir bemerken daher nur noch im Allgemeinen, daß man auch bei einer geraden Anzahl von Hängsäulen, die äußersten Streben immer bis zum First durchführen sollte, um hier eine kurze Hängsäule anzubringen, damit man die so wichtige Firstpfette und, mit Hülfe der mittleren Hängsäule, einen kräftigen Längenverband anordnen kann, vorausgesetzt nämlich, daß man überhaupt ein Pfettenbach construiren will.

§. 51.

Sobald eine Aufmauerung der Frontmauern über den Dachbalken stattfindet, oder das Dach mit einem sogenannten Kniestock versehen ist, was bei flachen Dächern oft der Fall zu sein pflegt, um vortheilhaftere Neigungswinkel für die Hängstreben zu erhalten, so läßt sich ein reines Pfettenbach nicht wohl construiren, und man pflegt dann Pfettenstuhldächer anzuordnen.

Diese Construction ist mit wenig Worten beschrieben. Man ordnet das Hängwerk fast ganz unabhängig von dem Dache an, und hat nur bei der Bestimmung der Anzahl der Hängsäulen darauf Rücksicht zu nehmen, daß allein diese geeignete Unterstützungen für die Dachsparren abgeben können, und ihre Anzahl hiernach und nicht allein nach der Länge oder Tragfähigkeit des Haupttramens bestimmt werden muß.

Die Hängsäulen werden doppelt angeordnet und über die Streben hinaus bis unter die Dachsparren verlängert, wo sie die Pfetten aufnehmen und die Unterstützung der Sparren bilden. Daß hierbei die Anordnung einer mittleren Hängsäule mit einer Firstpfette, wegen des Horizontalschubes der Sparren, sehr vortheilhaft ist, leuchtet ein. Kann man eine solche Firstpfette nicht anbringen, und will man den Sparrenschub nicht der Stabilität der Kniewand anvertrauen, so kann man denselben durch ein Stichgebälk auffangen, welches auf folgende Weise construirt werden kann. In den Bindern stellt man nämlich, nach Fig. 4 **Taf. 33**, eine liegende oder schrägstehende Stuhlsäule zwischen Balken und Dachsparren auf, und blattet an diese einen Stichbalken (der auch zangenartig und doppelt sein kann), der mit dem äußeren Ende auf der Kniewand unter der Sparrenschwelle ruht. Zwischen diese Binderstichbalken zapft man Wechsel ein, welche die Stichbalken für die Leergebinde aufnehmen.

Die Anordnung von dergleichen Dächern ist so einfach, daß die beiden in Fig. 4 und 5 **Taf. 33** gezeichneten Verbindungen als Beispiele genügen werden. Bemerkt soll nur noch werden, daß man, wenn es erforderlich sein sollte, die liegende Stuhlsäule in Fig. 5 auch leicht noch mit einer Stuhlpfette versehen kann, und daß der Längenverband überall leicht durch Kopfbüge von den Hängsäulen aus herzustellen ist.

§. 52.

Auch die Kehlbalkenstuhldächer, sowohl mit stehenden als mit liegenden Stühlen, können mit Häng-

nen verbunden ausgeführt werden. Besonders leicht ie gewöhnliche doppelte stehende Stuhl; denn die Stuhlsäulen lassen sich sehr leicht in Hängsäulen verwandeln, wie dies Fig. 1 **Taf. 34** zeigt. Gewöhnlich werden hierbei die Hängsäulen einfach genommen, und man hat dann nur darauf zu sehen, daß oberhalb Holz genug für den Kopf derselben stehen bleibt. Nimmt man aber die Hängsäulen doppelt, und läßt sie den Kehlbalken und Sparren umfassen, wie dies auf der rechten Seite unserer Figur gezeichnet ist, so erhält man eine weit festere Verbindung und gewinnt auch einen besseren Strebewinkel für das Hängwerk, weil man den Spannriegel nun höher legen kann. Wird hierbei für die Kehlbalken in der Mitte noch eine Unterstützung nöthig, so kann man eine Pfette auf den Spannriegel des Hängwerks legen, und dieselbe zwischen diesem und dem darüber liegenden Kehlbalken verbolzen, wodurch dieselbe ein hinlänglich sicheres Auflager erhält, um die Kehlbalken der Leergebinde zu tragen.

Da die Kehlbalken den Sparren nur eine einmalige Unterstützung gewähren, so kann man noch einen Pfettenstuhl mit der eben beschriebenen Construction verbinden, indem man den Kehlbalken höher legt, und von dem Fuße der Hängsäulen aus doppelte Streben nach den Sparren führt, welche die Hängstreben umfassen und eine Pfette tragen, die den Sparren eine zweite Unterstützung gewährt. Fig. 1 **Taf. 34** zeigt diese Anordnung in punktirten Linien, und es ist nur darauf aufmerksam zu machen, daß die Streben **A** einen Horizontalschub gegen den Fuß der Hängsäulen ausüben, der unschädlich gemacht werden muß; was aber schon durch einen Zapfen, mit welchem die Hängsäulen in den Tramen greifen, erreicht werden kann, wenn man nicht einen Träger für die Balken der Leergebinde anzuordnen hat, den man dann auf die innere Seite der Hängsäule legen und mit dem Tramen verkämmen und verbolzen wird.

Hierbei die Kehlbalken nicht in die Sparren zu verzapfen, sondern an dieselben anzublatten, wird aus denselben Gründen rathsam, die wir früher weitläufig erörtert haben.

§. 53.

Das Kehlbalkendach mit liegendem Stuhl ist, besonders im 16. und 17. Jahrhundert, vielfach in Verbindung mit Hängwerken zur Ausführung gekommen, und es existiren noch viele Gebäude, von zum Theil sehr bedeutender Spannweite, die auf diese Weise construirt sind. Die Anordnung ist übrigens keine gute, erfordert viel und starkes Holz, und ist schwer zu repariren, so daß man wohl nicht leicht eine derartige Dachconstruction jetzt noch nachahmen wird, wo das Wesen der Construction besser erkannt ist, und man nachgerade anfängt, von anderen Grundsätzen auszugehen, als den, nur möglichst viel Holz in die Dächer zu packen.

Gewöhnlich sind mehrere Etagen von liegenden Dachstühlen über einander angeordnet, deren Stuhlsäulen theilweise als Streben der Hängwerke benutzt werden, wie z. B. die oberen in Fig. 4 **Taf. 34**. Die eigentlichen Hängsäulen hängen gewöhnlich an den Kehlgebälken und belasten diese auf eine sehr unvortheilhafte Weise. Die Fig. 2 und 4 **Taf. 34** zeigen einige dieser Constructionen, wie sie jedem Baumeister in der Praxis vielfach vorkommen werden, wenn er versunkene Dachgebälke zu repariren bekommt. Besonders wenn die liegenden Dachstühle verschwellt sind, ist durch das Zusammentrocknen dieser Schwellen und der Stuhlpfetten eine Senkung der Hängsäulen unvermeidlich, und dem Verfasser sind dergleichen Hängwerke mehrfach vorgekommen, die mehr Anspruch auf den Namen eines Druckwerks, als auf den eines Hängwerks hatten. Wir wollen daher auch weiter keine Anweisung zur Construction liegender Dachstühle mit Hängwerken geben, denn so wie die älteren construirt wurden, dürfen wir nicht construiren, und eine vernünftige Verbesserung führt eben auf eine Construction ohne liegende Stühle.

§. 54.

Bei der großen Verbreitung, welche die Mansardedächer, wie schon erwähnt, zu einer gewissen Zeit erlangt hatten, konnte es nicht wohl fehlen, daß man sie auch über große, freie Räume zur Anwendung bringen wollte; und so sind denn auch Mansardedächer mit Hängwerken zur Ausführung gekommen.

Das Mangelhafte einer solchen Construktion wird bei Betrachtung der in den Fig. 1 und 2 **Taf. 35** dargestellten Zeichnungen von selbst einleuchten, weßhalb wir nur wenige Worte hinzuzufügen nöthig haben werden.

Will man die Hängwerke auf den Binderbalken aufstellen, so muß entweder der Binder doppelt werden, d. h. man muß auf jeder Seite des Hängwerks ein Bindergebind construiren, oder man nimmt Hängsäulen und Streben doppelt, und umfaßt damit die Hölzer des Dachbinders. Im ersten Falle, Fig. 1 **Taf. 35**, stehen die liegenden Stuhlsäulen des unteren Dachtheils auf den Stuhlschwellen zu beiden Seiten des Binderbalkens, in welchen die Streben des Hängwerks wie gewöhnlich versatzt sind, und da nun die Sparren dieser Binder keine Balken finden, auf denen sie stehen könnten, so macht man die Stuhlsäulen so stark, daß sie in die äußere Flucht der Sparren reichen. Im zweiten Falle, Fig. 2 **Taf. 35**, muß der Binderbalken so breit genommen werden, daß noch eine jede der doppelten Streben des Hängwerks mit einem versatzten Blattzapfen in denselben eingreifen kann, und dann können die Verbandstücke des eigentlichen Dachbinders einfach

sein, und auch die Stuhlschwelle kann allenfalls fortbleiben. Man sieht, daß man immer mit Schwierigkeiten zu kämpfen hat, und das Dach durch unnöthige Holzmassen zur Ungebühr belastet wird.

Muß man eine solche Construction ausführen, so ist es wohl das Einfachste, das Hängwerk ganz unabhängig von den Dachbindern auf einem Leerbalken, der nun zum Haupttramen des Hängwerks wird, aufzustellen; denn das Hängwerk trägt ja nur die Dachbalkenlage; und die Unterstützungen für den oberen Dachtheil, welche durch das Hängwerk gebildet werden, brauchen nicht in der Ebene der Binder zu liegen, weil sie jetzt nicht von diesen, sondern von dem Hängwerke ausgehen. Ebenso lassen sich die mittleren Pfetten zur Unterstützung der Kehlbalken, seitwärts an den Hängsäulen durch Einkämmungen und Verbolzungen befestigen, wenn man sie nicht von Hängsäule zu Hängsäule einzapfen und durch übergelegte eiserne Schienen wieder zu einem Ganzen verbinden will. Die Spannriegel der Binder werden dann mit diesen Pfetten und den darüber liegenden Kehlbalken zusammengebolzt, wodurch sie Steifigkeit genug bekommen. Die Hängwerke selbst sind am besten doppelte Hängböcke, weil durch die beiden Hängsäulen derselben alsdann die Stuhlpfosten, des sonst gewöhnlichen, stehenden Dachstuhls für den oberen Dachtheil, gebildet werden.

Wir haben diese Construction, sowie die des vorigen Paragraphen, eigentlich nur historisch erwähnt, und um Gelegenheit zu haben, auf ihre großen Mängel aufmerksam zu machen; nicht aber in der Absicht, eine Anweisung zu denselben zu geben. Denn wir geben uns der festen Hoffnung hin, daß keiner unserer Leser je in die fatale Nothwendigkeit versetzt werden möge, eine solche durch und durch ungesunde Construction ausführen zu müssen.

b. Dächer mit verstärkten Balken.

§. 55.

Es ist wohl einleuchtend, daß man die Balken durch die früher angegebenen Mittel in manchen Fällen so verstärken kann, daß sie ihre eigene Last und auch wohl noch die durch die gewählte Dachconstruction auf sie übertragene zu tragen im Stande sind, und daß auf diese Weise Dächer nach den verschiedenen Systemen construirt werden können. Besonders das Pfettendach ohne Stuhl kann man sich auf diese Weise sehr wohl angeordnet denken, wenn man die Hauptbalken sowohl, als die Hauptsparren, als verstärkte (verzahnte, verdübelte, armirte ꝛc.) Balken voraussetzt; auch wenn nur die Balken verstärkt sind, so kann man durch einen zweckmäßig angeordneten liegenden Dachstuhl die Last des Daches auf die Enden der Balken übertragen. Im Allgemeinen dürften dergleichen Constructionen nur selten und unter ganz besonderen Umständen räthlich werden, weil ein einfach construirtes Hängwerk in den meisten Fällen leichter und wohlfeiler zum Ziele führen wird. Wir wollen daher auch nur ein Beispiel in dieser Beziehung geben, und zwar ein solches, wo die Binderbalken nach dem linsenförmigen Systeme verstärkt sind. Das Dach ist ein Pfettenstuhldach, und die stehenden Stuhlpfosten werden unmittelbar von den verstärkten Binderbalken getragen. Die Dachfläche ist auf „dornsche“ Art eingedeckt, und daher von geringem Gewicht. Die Construction ist aus der in Fig. 4 und 5 **Taf. 35** gegebenen Zeichnung von selbst verständlich, und wir bemerken nur noch, daß die einzelnen Binder 12 Fuß von einander entfernt sind, und 3 Leergebinde zwischen sich aufnehmen. Die eingeschriebenen Maaße sind sächsisch; 1 Fuß = 125,537 Pariser Linien.

§. 56.

In einzelnen Fällen, so über den Bühnen der Theater z. B. ist es wünschenswerth, möglichst freie Räume, also eine geringe Anzahl von Hängsäulen ꝛc. zu haben; doch aber sind die Haupttramen einer großen Belastung ausgesetzt. In diesen Fällen verstärkt man die letzteren durch Verzahnung oder Verdübelung, und wendet das gleiche Verfahren auch wohl bei den Streben der Hängwerke an. Ueberhaupt bei großen Spannweiten, von 70 Fuß an etwa, wo es schwer fällt, die Haupttramen in der erforderlichen Länge aus einem Stücke zu erhalten, und dieselben daher gestoßen werden müssen, ist es rathsam, diese Verbandstücke der Hängwerke zu verdoppeln, um dadurch den Stoß derselben sicherer bewirken zu können. Die Hängsäulen sind, wenn nur ihre absolute Festigkeit in Anspruch genommen wird, fast immer übermäßig stark, und nur die Art ihrer Verbindung mit den Streben und Tramen erfordert so große Abmessungen. In manchen Fällen müssen sie aber auch an einzelnen Stellen so geschwächt werden, daß sie, um hier noch hinreichende Festigkeit zu behalten, einen Querschnitt bekommen müssen, dessen sie sonst nicht bedürften. Der erwähnte Fall kommt ebenfalls bei der Ueberdeckung der Bühnen von Theatern vor, wo es nämlich nöthig wird, einzelne der Binderbalken als Laufbrücken zu gestalten, um oberhalb der Scene von einer Seite der Bühne zur andern kommen zu können. Sind hier nun Hängsäulen im Wege, so müssen diese einen Durchgang gestatten, und daher mit förmlichen Thüröffnungen durchbrochen werden. Macht man diese auch nur 15 Zoll breit, so müssen, wenn auf jeder Seite nur 4 Zoll Holz stehen bleiben sollen, die doppelten Hängsäulen eine Gesammtstärke von 8 + 15 = 23 Zoll haben, also jede 11½ Zoll stark sein. In diesen und noch manchen andern Fällen, wird es daher wohlfeiler und zweckmäßiger sein, statt der hölzernen Hängsäulen, eiserne Hängstangen anzuwenden,

denen man leicht an ihren Enden eine solche Gestalt geben kann, daß diese der Verbindung mit Strebe und Tramen rc. nicht hinderlich ist. Dergleichen Anordnungen können wir aber erst später bei den Eisenconstructionen besprechen, wo überhaupt die, jetzt so vielfach zur Anwendung kommenden, aus Holz und Eisen construirten Dächer, abgehandelt werden sollen.

Sehr weit gespannte Dächer ganz aus Holz construirt, wie die seiner Zeit so berühmten der Exerzierhäuser zu Darmstadt und Moskau, dürften in jetziger Zeit wohl nicht wieder vorkommen, weßhalb wir das Studium solcher Constructionen, sowie überhaupt das von ausgeführten Bauwerken dieser Art, dem Privatfleiße unserer Leser überlassen, wozu die vorhandenen Compilatorien, und besonders das Werk von „Romberg“, hinlänglich Gelegenheit geben*).

III. Dächer ohne Balkenlagen.

§. 57.

Es kommt häufig vor, daß man die Höhe des Daches, theilweise oder ganz, mit zu der lichten Höhe des überdeckten Raumes benutzen will, und in einem solchen Falle läßt man die Dachbalkenlage fort und construirt die Dächer ohne dieselbe. Hierbei kann man drei verschiedene Arten der Anordnung unterscheiden. Man bildet nämlich das ganze Dachgerüst entweder aus lauter geraden Hölzern, wobei sich natürlich ebene Dachflächen gestalten; oder man ahmt die Gewölbconstruction nach, indem man bogenförmige Verbandstücke aus Dielen oder Brettern construirt, die eine Art Tonnengewölbe bilden. Es sind dies die sogenannten Bohlendächer. Bei ihnen können die Dachflächen gebogen erscheinen, wenn man das Deckmaterial unmittelbar auf die bogenförmigen Dachsparren bringt; oder auch eben, wenn man die bogenförmigen Bohlensparren als Hauptsparren eines Pfettendaches ansieht, und gerade Dachsparren darüber anordnet, und so die dritte Constructionsweise zur Anwendung bringt, bei welcher das Dachgerüst aus geraden und bogenförmig gestalteten Hölzern besteht.

a) Dächer aus geraden Hölzern.

§. 58.

Bei allen diesen Constructionen, bei denen der, die beiden Sparrenfüße verbindende, Dachbalken fehlt, findet immer ein Horizontalschub in den Sparrenfüßen statt, und es ist die Aufgabe, diesen möglichst unschädlich zu machen. Wir haben zwar früher bei den Kehlbalkendächern, bei welchen die Kehlbalken zangenartig angebracht sind, angeführt, daß gar kein Horizontalschub stattfände, und wir müssen diese Behauptung dahin berichtigen, daß ein solcher Schub allerdings stattfindet, aber sehr gering ausfällt, weil bei diesen Dächern von verhältnißmäßig geringer Spannweite die Sparrenenden unbeschadet als unbiegsam angesehen werden können, wodurch dann der Sparrenschub allerdings aufgehoben werden würde. Ueberhaupt sind alle die bisher aufgestellten Theorien und Formeln unter der Voraussetzung der Unbiegsamkeit der Hölzer zu verstehen, welche Voraussetzung bei den bisher betrachteten Constructionen unbeschadet für die Praxis gemacht werden durfte.

Bei den jetzt zu besprechenden Dächern aber, wo wir es fast immer mit bedeutenden Spannweiten zu thun haben, würde eine solche Voraussetzung zu weit von der Wirklichkeit sich entfernen, als daß sie für die Ausführung unberücksichtigt bleiben dürfte.

Es existiren nun zwar Versuche über die Biegsamkeit einzelner, homogener, prismatischer Körper; doch lassen sich die aus diesen gefundenen Resultate nicht wohl unmittelbar auf aus mehreren einzelnen Hölzern rc. zusammengesetzte Gespärre, die wieder als ein biegsamer Körper angesehen werden müssen, anwenden, weil hierbei außer der Biegsamkeit der einzelnen Theile auch noch das Zusammendrücken und Setzen in den Fugen und Verbindungen in Betracht gezogen werden muß. Hier können wieder nur unmittelbare Versuche Anhaltspunkte gewähren, und es sind dergleichen von dem französischen Ingenieur „Ardant“ angestellt und veröffentlicht worden, deren Resultate wir kurz mittheilen, zugleich aber das Studium dieser vortrefflichen Abhandlung angelegentlichst empfohlen haben wollen*).

§. 59.

„Ardant“ weist zunächst nach, daß alle Dachgespärre ohne durchgehende Dachbalken, mögen sie gestaltet sein, wie sie wollen, an ihrem Fuße einen Horizontalschub auf ihre Unterlagen äußern, und zwar auf folgende Weise. Es sei Fig. 1 **Taf. 36** **AECFB** ein solches, auf irgend eine Art zusammengesetztes, Gespärre was, in Bezug auf eine Vertikale durch die Spitze **C**, durchaus symmetrisch angeordnet, und auf beiden Seiten ebenso ganz gleich durch Gewichte $p, p', p'' \dots p^n$ belastet ist, und dessen untere Enden **A** und **B** auf einer festen Horizontalfläche aufstehen. Bei einem solchen Gespärre ist klar daß, wenn das gesammte Eigengewicht einschließlich der Belastungen $p, p' \dots p^n$ der einen Hälfte durch **P** bezeichnet wird, jede der beiden Enden **A** und **B** einen Vertikaldruck $= P$ auf die Unterlage ausübt, und daß von letzterer ein eben so großer, aber entgegengesetzt, also vertikal aufwärts wirkender,

*) „Die Zimmerwerks-Baukunst in allen ihren Theilen“. Zweite um die Hälfte vermehrte Auflage. Leipzig 1847. Romberg's Verlagsbuchhandlung.

*) „Theoretisch-praktische Abhandlung über Anordnung und Construction der Sprengwerke von großer Spannweite rc. von P. Ardant.“ Deutsch herausgegeben von Aug. von Kaven. Hannover, Hahn'sche Hofbuchhandlung 1847.

Gegendruck. Es wird daher in dem Systeme durchaus nichts geändert werden, wenn wir uns das Gespärre mit der Spitze C fest eingemauert denken, so daß CD immer vertikal bleibt, und die Unterlage fortgenommen, während das Gespärre unter den Einwirkung der Kräfte P und $p, p' \ldots p^n$ steht. Betrachten wir nun die Momente dieser Kräfte in Bezug auf den Punkt C, so hat P den Hebelsarm AD, und wenn GH die Vertikale durch den Schwerpunkt sämmtlicher Kräfte $p, p' \ldots p^n$ bezeichnet, welche jedenfalls zwischen A und D liegen muß, so daß also $HD < AD$ wird, so ist auch klar, daß das Moment $P \cdot AD$ größer als $(p + p' + p'' + \ldots p^n)\ HD$ sein muß, da ja $P = p + p' + p'' + \ldots p^n$ ist. Hieraus folgt aber, daß der Punkt A (oder B) der Kraft P folgen muß, und etwa eine Lage in A' annehmen wird. Zieht man A'a senkrecht auf AP, so ist Aa das Maaß für die vertikale, und A'a das für die horizontale Bewegung des Punktes A. Oder Aa stellt eigentlich die Senkung der Spitze C dar, während A'a das Maaß des Horizontalschubes gibt. Dieselbe Erklärung paßt auch, wenn man statt des polygonalen Gespärres ein kreisförmiges, oder nach andern Curven gebogenes, voraussetzt, so daß die zu Anfang dieses Paragraphen aufgestellte Behauptung erwiesen sein dürfte.

§. 60.

Zur Berechnung der Größe dieses Horizontalschubes S gibt „Ardant", für Gespärre aus geraden Hölzern, nach der in Fig. 1 **Taf. 36** angedeuteten Form, folgende Formel:

$$S = 0{,}125\ P \left(\frac{a^2 tg\ \beta\ (5a + 12a') + 8a'^3\ tg\ \alpha}{a^2 tg\ \beta\ (3b' + 2b) + 2a'^2 b'\ tg\ \alpha}\right).$$

In dieser Formel bezeichnet:

P das ganze durch das Gespärre getragene Gewicht, vorausgesetzt, daß es gleichförmig über die Sparren vertheilt ist;

a und b die Horizontal- und Vertikalprojectionen des Sparren EC;

a' und b' die Horizontal- und Vertikalprojectionen des Stuhlpfostens AE;

β und α die Winkel, welche die Sparren und die Stuhlpfosten mit der Vertikale einschließen. (Siehe die Anmerkung auf der folgenden Seite.)

Hierbei sind P und S in Kilogrammen a, b, a' und b' in Meter ausgedrückt.

„Ardant" bemerkt sodann, daß es vortheilhaft sei, die Stuhlpfosten AE etwas nach innen zu neigen, so daß der Winkel α ungefähr 3 Grad betrage; ferner daß die Neigung des Daches in der Ausführung wenig von der abweichen würde, bei welcher der Winkel β die Werthe 45,57 oder 63 Grad hätte, d. h. daß die Dächer Winkel-, Drittel- oder Viertelbächer wären. In obige Formel Winkel $\alpha = 3^0$ eingeführt und für β nach einander die Werthe 45,57 und 63 Grad gesetzt gibt

für $\beta = 45^0$; $S = 0{,}197\ P$
„ $\beta = 57^0$; $S = 0{,}220\ P$
„ $\beta = 63^0$; $S = 0{,}227\ P$.

Die Richtigkeit dieser, durch Rechnung gefundenen, Formel weist Ardant durch eine Reihe von Versuchen nach, die am angegebenen Orte nachgelesen werden mögen. Wir wollen uns begnügen, auf diese Autorität gestützt, den Horizontalschub von derartigen Gespärren im Allgemeinen zu ¼ der Belastung derselben (ihr eigenes Gewicht mit einbegriffen) anzunehmen.

Bei dieser Annahme ist es auch erklärlich, warum dergleichen Constructionen, wenn sie mit ihren Füßen auf hinreichend stabilen Mauern oder Pfeilern stehen, nicht auf der Oberfläche derselben gleiten, auch wenn sie ohne weitere Befestigung nur glatt aufliegen. Dies erklärt sich durch das Vorhandensein der Reibung; denn setzen wir den Reibungscoeffizienten = 0,64 *), so ist die Reibung selbst, da der Normaldruck = ½ P angenommen werden muß, = 0,32 P, also größer als der Horizontalschub, so daß sich letzterer durch ein Gleiten der Sparrenfüße nicht äußern kann. Dieselbe Erscheinung hat sich oft bei Versuchen im Großen gezeigt, bei denen man zur Ausführung bestimmte und belastete Gespärre der beschriebenen Art auf unbewegliche Unterlagen aufstellte und dabei kein Ausweichen der Füße wahrnahm. Hierbei wurde der Horizontalschub jedenfalls durch die Reibung absorbirt, und deshalb nicht wahrnehmbar. Man würde aber durchaus falsch schließen, wenn man glaubte, die Construction äußere gar keinen Horizontalschub.

§. 61.

Wir haben gesehen, daß das Maaß Aa in Fig. 1 **Taf. 36** eigentlich die Senkung der Spitze C des Gespärres bezeichnet, und es ist für die Praxis von Interesse, die Größe dieser Senkung zu kennen.

Betrachtet man das Gespärre unter den im §. 59 dies. Kap. gemachten Voraussetzungen noch einmal, d. h. unter den Einwirkungen der Kräfte $p, p' \ldots p^n$ und P, so sieht man, daß die Biegungen des Sparrens EC und der Stuhlsäule AE so vor sich gehen würden, daß die Concavität dieser beiden Hölzer nach außen gerichtet wäre, und das Gespärre eine Form, ähnlich der Fig. A'E'C, annehmen würde. Bringt man aber in A eine Horizontalkraft S an, die im Stande ist, den Punkt A fortwährend in der Vertikalen durch A zu erhalten, so wird die Biegung des Stuhlpfostens AE im entgegengesetzten Sinne erfolgen, und das ganze Gespärre eine Form wie aE''C annehmen.

*) Nach „Claudel's formules, Tables etc."

Rückt man nun diese Figur so weit herunter, bis der Punkt a mit A zusammenfällt, so zeigt die Fig. C''F''B, wo durch die Einwirkung der Kräfte $p, p' \ldots p^n$, P und S eine Senkung des Scheitels des Gespärres und eine Horizontalvorschiebung des Punktes F eintritt, während in B ein Horizontalschub S wirksam ist.

Die horizontale Verschiebung des Punktes F zu kennen, ist deßhalb wichtig, damit man einen Druck des Stuhlpfostens, an seinem oberen Ende, auf die Mauer verhüten kann.

„Ardant" gibt nun eine Formel zur Berechnung der Senkung des Scheitels, deren Uebereinstimmung mit seinen Versuchen er nachweist, und ebenso eine für die Horizontalverschiebung des Punktes F, und zwar gibt er an, daß man für die Praxis, bei welcher die Senkung des Scheitels immer nur gering sein darf und wird, die Horizontalverschiebung gleich 0,5 f annehmen dürfe, wenn f die Senkung des Scheitels bezeichne. Für letztere gibt er die Formel

$$f = \frac{P}{4Elh^3}\Big\{a^2 (5a + 12a') + 8a'^3 - \frac{a^2 tg\beta (5a + 12a') + 8a'^3 tg\alpha}{a^2 tg\beta (3b' + 2b) + 2a'^2 b' tg\alpha}(a^2 (3b'+2b) + 2a'^2 b')\Big\}$$

In dieser Formel bedeutet:

f die Senkung im Scheitel,
a die Horizontalprojection } des Sparrens EC,
b die Vertikalprojection }
a' die Horizontalprojection } der Stuhlsäule AD,
b' die Vertikalprojection }
l die Breite } im Querschnitt des Sparrens und der
h die Höhe } Stuhlsäule,
alles in Metermaaß verstanden; ferner
E den Elastizitätsmodul, für Tannenholz = 1000000000 Kilogr.,
P das ganze Gewicht, welches das Gespärre trägt, in Kilogr.,
β den Winkel, welchen der Sparren, und
α den Winkel, welchen der Stuhlpfosten mit der Vertikalen machen *).

*) In Fig. 1 Taf. 36 ist die Bezeichnung dieser Winkel unrichtig; wo α steht, sollte β stehen, und α muß in den Winkel, dessen Spitze mit E bezeichnet ist, gesetzt werden.

Stellt man den Stuhlpfosten vertikal, so wird $a' = o$ und

$$f = \frac{5Pa^3}{4Elh^3}\left(1 - \frac{a^2 tg\beta (3b' + 2b)}{a^2 tg\beta (3b' + 2b) + 2b'^3}\right).$$

Ordnet man das Gespärre so an, daß der Stuhlpfosten AE und der Sparren EC durch einen Kreis vom Halbmesser A berührt werden, so kann man die Größen a, a', b und b' als Funktionen der Winkel α und β und des Halbmessers A ausdrücken; und man erhält

$$a = A tg\beta \left(\frac{1}{\sin\beta} - \frac{\sin \frac{1}{2}(\beta + \alpha)}{Cos \frac{1}{2}(\beta - \alpha)}\right)$$

$$a' = A tg\alpha \frac{\sin \frac{1}{2}(\beta + a)}{Cos \frac{1}{2}(\beta - \alpha}$$

$$b = A \left(\frac{1}{\sin\beta} - \frac{\sin \frac{1}{2}(\beta + \alpha)}{Cos \frac{1}{2}(\beta - \alpha)}\right)$$

$$b' = A \frac{\sin \frac{1}{2}(\beta + \alpha)}{Cos \frac{1}{2}(\beta - \alpha)}.$$

Für die Ausführung darf man beim Aufschlagen den Stuhlpfosten nicht senkrecht stellen, damit derselbe nach der Belastung durch das Deckmaterial nicht nach außen überhängt; und „Ardant" räth, wie schon erwähnt, den Winkel α etwa = 3 Grad zu machen. Alsdann erhält man,

1) für Winkeldächer:

$$tg\alpha = 0{,}05;\ tg\beta = 1{,}00 \text{ und } f = 0{,}0036\frac{PA^3}{Elh^3}$$

2) für ⅓ Dächer:

$$tg\alpha = 0{,}05;\ tg\beta = 1{,}53 \text{ und } f = 0{,}0102\frac{PA^3}{Elh^3}$$

3) für ¼ Dächer:

$$tg\alpha = 0{,}05;\ tg\beta = 2{,}00 \text{ und } f = 0{,}0120\frac{PA^3}{Elh^3}.$$

§. 62.

Um die Querschnittsabmessungen der Sparren und Stuhlpfosten eines solchen Gespärres zu berechnen, gibt „Ardant" folgende Formeln, bei denen P das ganze Gewicht, welches der Sparren trägt, in Kilogrammen, A die halbe Spannweite des Gespärres, l die Breite und h die Höhe des Querschnitts in Metern bezeichnen.

Neigung des Daches gegen den Horizont	Winkel, welchen der Sparren mit der Vertikalen macht	Formeln zur Berechnung des Sparrens	Formeln zur Berechnung des Stuhlpfostens
2 Basis zu 1 Höhe	63°	$lh^2 = 0{,}00000104\ PA$	$lh^2 = 0{,}00000226\ PA$
3 „ „ 2 „	57°	$lh^2 = 0{,}00000104\ PA$	$lh^2 = 0{,}00000202\ PA$
1 „ „ 1 „	45°	$lh^2 = 0{,}00000105\ PA$	$lh^2 = 0{,}00000163\ PA$

Unter der Voraussetzung, daß die Sparren die Neigung eines 1/3 Daches, d. h. 3 Basis zu 2 Höhe haben, und der Sparren auf den Meter seiner Horizontalprojection mit 200 Kilogr. belastet ist*), gibt Ardant noch folgende Tabelle für die Querschnittsabmessungen, wenn nur die Spannweite gegeben ist.

Spannweite des Daches in Metern	Querschnitt in Metern					
	des Sparrens		jeder der Hälfte des aus zwei Zangenhölzern gebildeten Pfostens		des Spannriegels und des Tragbandes	
	Breite l	Höhe h	Breite l	Höhe h	Breite l	Höhe h
24	0,23 zu	0,33	0,125 zu	0,42	0,18 „	0,18
22	0,22 „	0,32	0,125 „	0,39	0,18 „	0,18
20	0,21 „	0,31	0,125 „	0,38	0,16 „	0,16
18	0,20 „	0,30	0,125 „	0,38	0,16 „	0,16
16	0,19 „	0,29	0,125 „	0,36	0,14 „	0,14
14	0,19 „	0,28	0,125 „	0,35	0,12 „	0,12

Auf württemberger Maaß reduzirt, gibt diese Tabelle, in runden Zahlen, folgende:

Spannweite in württemb. Fußen	Querschnitt in württemberger Fußen					
	des Sparrens		jeder Hälfte des aus zwei Zangenhölzern gebildeten Pfostens		des Tragbandes und Spannriegels	
	Breite l	Höhe h	Breite l	Höhe h	Breite l	Höhe h
84	0,80 zu	1,15	0,44 zu	1,47	0,63 zu	0,63
77	0,77 „	1,12	0,44 „	1,36	0,63 „	0,63
70	0,73 „	1,08	0,44 „	1,33	0,56 „	0,56
63	0,70 „	1,05	0,44 „	1,33	0,56 „	0,56
56	0,66 „	1,01	0,44 „	1,26	0,49 „	0,49
49	0,66 „	0,78	0,44 „	1,22	0,42 „	0,42

§. 63.

Nach dem Vorstehenden wird man im Stande sein, ein Gespärre von der bisher besprochenen Form zu entwerfen, und es handelt sich nur noch um die Zusammenstellung mehrerer derselben zu einem ganzen Dache.

Wie schon früher bemerkt, wird man immer Pfettendächer anordnen, so daß die besprochenen Gespärre die Binder bilden, und so die Pfetten stützen, auf denen die Dachsparren aufliegen. Die Entfernung der Binder von einander, gibt Ardant zu 3,3 Meter an, was etwa mit unserer früheren Annahme von 10—12 Fuß übereinstimmen würde. Die Befestigung der Pfetten auf den Hauptsparren unterliegt keinen Schwierigkeiten, und daß man unter allen Umständen eine Firstpfette anordnen wird, versteht sich von selbst.

Was die einzelnen Verbindungen des Gespärres anbelangt, so sind an den Verbindungsstellen möglichst „feste Knoten“ zu bilden, wie dies die Details auf **Taf. 36** in den Fig. 4 und 5 zeigen.

Macht man die Pfosten **A B**, Fig. 2 **Taf. 36**, doppelt, so wird das Tragband **C** einfach, und mit Versatzung ohne Zapfen in den Sparren eingesetzt, hier aber durch einen Schraubenbolzen befestigt, während die Doppelpfosten das Sparrenende umfassen und mit ihm verbolzt sind. Ueber diese Verbindung geht nach der Mitte des Tragbandes noch eine Zange, welche hauptsächlich die Unveränderlichkeit des Winkels bei **B** bezweckt.

Den Spannriegel **D** wird man wohl ebenfalls am zweckmäßigsten einfach anordnen, um so beide Hauptsparren gegen einander stemmen zu können. Die Verbindung derselben mit dem Spannriegel zeigt Fig. 5. In der Mitte wird alsdann eine kurze doppelte Hängsäule nöthig, um mittelst derselben einen wirksamen Längenverband anordnen zu können, wie solches der Längendurchschnitt Fig. 3 **Taf. 36** zeigt.

Wegen der Horizontalverschiebung des Punktes **B**, Fig. 2 **Taf. 36**, hat man sich wohl zu hüten, weder den Sparren, noch die Zange gegen die Mauer zu stemmen, sondern gegentheils mit den Enden dieser Hölzer um das Maaß dieser Verschiebung davon entfernt zu bleiben, oder lieber um das Doppelte dieses (an sich immer unbedeutenden) Maaßes, damit eine Bewegung, die durch das „Setzen“ in den einzelnen Verbindungen entsteht, und die in den Formeln des §. 61 nicht berücksichtigt ist, unschädlich werde.

Die Sparrenschwelle **E** wird, unabhängig von den Hauptsparren, auf der Mauer gelagert, und in Bezug auf diese ist noch Folgendes für das Aufschlagen eines solchen Daches zu bemerken. Zuerst werden natürlich die einzelnen Bindergespärre aufgestellt die, noch unbelastet, ihre ursprüngliche Gestalt beinahe ganz beibehalten werden. Auf diesen werden dann die Pfetten befestigt, die endlich die Dachsparren aufnehmen, welche zunächst das Deckmaterial zu tragen haben. Werden nun durch das Aufbringen dieses letzteren die Bindergespärre nach und nach belastet, so werden sie sich, wie wir gesehen haben, biegen und im Scheitel senken. Hierdurch werden aber die Dachsparren, weil sie ihre Länge nicht verkürzen, von der Firstpfette und den diesen zunächst liegenden Pfetten gelöst und müssen nun einen bedeutenden Schub auf die Sparren

*) Das ist auf den württemberger Fuß Horizontalprojection circa 102 Pfd.

schwelle, und so auf den oberen Theil der Mauer ausüben, der sehr gefährlich werden kann. „Ardant“ schlägt daher vor, die Sparrenschwelle anfänglich auf Keile zu legen, von einer Höhe gleich der zu erwartenden Senkung am First, und diese Keile bei der allmäligen Belastung ebenfalls allmälig zu senken, bis die Dachsparren überall auf den Pfetten und auch auf der Firstpfette aufliegen.

Vielleicht dürfte auch noch die Bemerkung nicht ohne Interesse sein, daß man die Last der Bedachung auf möglichst viele Punkte, und so recht gleichmäßig über die Hauptsparren zu vertheilen suchen muß; weßhalb eine größere Anzahl von Pfetten und daher schwache Dachsparren zweckmäßig erscheinen.

§. 64.

Um schwächere Hölzer verwenden zu können, hat man die einfachen Gespärre dadurch zu verstärken gesucht, daß man zwei polygonal geformte so übereinander gesetzt hat, daß die Eckpunkte des Innern auf die Mitte der langen Seiten des Aeußern treffen und diese stützen. Fig. 1 **Taf. 37** gibt ein allgemeines Bild davon, und Fig. 2 ders. Tafel zeigt die feinere Ausbildung, so daß sich das ganze Gespärre einer Halbkreisform anschließt, welche ein eleganteres Ansehen gewährt. Auch in diesem letzteren Gespärre sind alle Hölzer gerade, mit Ausnahme des mittleren **EF**, und der kleinen Ausfüllungsstücke bei **G**. Diese krummen Hölzer tragen wenig oder nichts zur Festigkeit der Construction bei, und können daher aus Dielenstücken, auf die möglichst wohlfeilste Art, hergestellt werden.

Aus der Betrachtung der Figur wird die Construction so deutlich hervorgehen, daß man das Leergebinde und den Längendurchschnitt ohne weitere Anleitung wird aufzeichnen können, und es soll in Bezug auf letzteren daher nur noch bemerkt werden, daß im Scheitel mit Hülfe der hier befindlichen vertikalen Zange wieder auf dieselbe Weise wie in Fig. 3 **Taf. 36**, ein Längenverband hergestellt werden kann. Bei sehr weit gesprengten Dächern könnte man letzteren übrigens auch noch dadurch verstärken, daß man auf der Zange bei **C** noch eine Pfette anordnete und zwischen dieser und der Dachpfette **D** eine Reihe von Andreaskreuzen construirte, die an dieser Stelle dem Längenverbande sehr wirksam zu Hülfe kommen dürften.

Was den Horizontalschub, die Senkung des Scheitels und die Horizontalverschiebung des Punktes **H** anbetrifft, so kann man diese Größen, nach den für das einfache Gespärre gegebenen Formeln, ebenfalls berechnen, wie dies die von „Ardant“, auch mit den in Rede stehenden Gespärren, angestellten Versuche bestätigen. Auch die Querschnitte der Hauptverbandstücke lassen sich nach den in §. 62 dieses Kapitels gegebenen Formeln berechnen; nur hat man die für den Hauptsparren gefundene Höhe auf diesen selbst und auf die Verstärkung desselben (den Untersparren) zu vertheilen, so daß beide zusammen bei **M** diese Stärke haben. Ebenso wird man die für den Pfosten gefundene Stärke, wenn noch eine besondere Stuhlsäule vorhanden ist, auf diese und den Pfosten vertheilen, wobei letztere dann mit dem Sparren gleiche Breite erhält.

„Ardant“ gibt für diese in Fig. 1 und 2 **Taf. 37** dargestellten Gespärre, unter der Voraussetzung, daß sich die Höhe des Daches zur Spannweite wie 1 : 3 verhalte und der Sparren auf den Meter seiner Horizontalprojection mit 300 Kylogramm belastet sei, folgende Tabelle für die Querschnittsabmessungen der Hauptverbandstücke.

Spannweite in Metern	Querschnitt in Metern							
	des Sparrens		der Streben (Untersparren) und Tragbänder		jedes der zwei Zangenhölzer, aus denen der Pfosten A′B′ besteht		der Stuhlsäule AB Fig. 2 Taf. 37	
	Breite l	Höhe h	Breite l	Höhe h	Breite l	Höhe h	Breite l	Höhe h
24	0,20 zu	0,25	0,20 zu	0,20	0,125 zu	0,25	0,20 zu	0,25
22	0,20 „	0,22	0,20 „	0,20	0,125 „	0,22	0,20 „	0,25
20	0,20 „	0,20	0,20 „	0,20	0,125 „	0,20	0,20 „	0,25
18	0,15 „	0,20	0,15 „	0,20	0,125 „	0,18	0,15 „	0,15
16	0,15 „	0,18	0,15 „	0,15	0,120 „	0,16	0,15 „	0,15
14	0,15 „	0,15	0,15 „	0,15	0,120 „	0,15	0,15 „	0,15

Auf württemberger Maaß und Gewicht reduzirt, nach welchem auf den Fuß der Horizontalprojektion des Sparrens circa 187 ℔. kommen, wird diese Tabelle folgende.

Spannweite in württemb. Fußen	Querschnitt in württemb. Fußen							
	des Sparrens		der Streben (Untersparren) und Tragbänder		jedes der zwei Zangenhölzer, aus denen der Pfosten A′B′ besteht		der Stuhlsäule AB	
	Breite l	Höhe h	Breite l	Höhe h	Breite l	Höhe h	Breite l	Höhe h
84	0,70 zu	0,87	0,70 zu	0,70	0,44 zu	0,87	0,70 zu	0,70
77	0,70 „	0,77	0,70 „	0,70	0,44 „	0,77	0,70 „	0,70
70	0,70 „	0,70	0,70 „	0,70	0,44 „	0,70	0,70 „	0,70
63	0,52 „	0,70	0,52 „	0,70	0,44 „	0,63	0,52 „	0,52
56	0,52 „	0,63	0,52 „	0,52	0,43 „	0,56	0,52 „	0,52
49	0,52 „	0,52	0,52 „	0,52	0,43 „	0,52	0,52 „	0,52

In Beziehung auf die Ausführung solcher zusammengesetzter Gespärre ist, gegenüber den einfachen, nichts Besonderes zu bemerken, als daß alle bündigen Ueberschnei-

bungen, wobei die Hölzer zur Hälfte ausgeschnitten werden, möglichst zu vermeiden sind, und man die Schraubenbolzen nicht spaaren darf.

§. 65.

Nach diesem Systeme sind mehrfach Dächer über größere und geringere Spannweiten ausgeführt, von denen wir nur zwei beispielsweise anführen wollen.

Fig. 1—4 **Taf. 38** zeigt die Ueberdeckung der Fruchthalle zu Mainz in den Jahren 1836—38, durch den Architekten „Dr. Geyer“ ausgeführt. Die Spannweite des mittleren Raumes beträgt 100 Fuß neu darmstädter Maaß, und man sieht, daß der Architekt den Horizontalschub seiner Construction wohl zu würdigen gewußt hat, indem gegen denselben sehr kräftige Vorkehrungen getroffen sind.

Fig. 1—9 **Taf. 39** stellt einen Binder der herzoglichen Reitbahn zu Wiesbaden dar, von „Moller“ entworfen und 1839 von dem Hofbaumeister „Görtz“ ausgeführt. Die Spannweite beträgt 60 Fuß. Moller sagt von dieser Construction, daß ein stark belastetes Modell derselben, bei welchem die die Mauern darstellenden Theile dergestalt durch Charniere befestigt gewesen seien, daß die geringste seitwärts wirkende Kraft sie hätte umwerfen müssen, durchaus keinen Seitenschub geäußert und den Beweis geliefert habe, „daß der Seitendruck des Sprengwerks in einen senkrechten verwandelt worden sei*).“ In diese Behauptung mögten wir, in Bezug auf das in §. 59 dieses Kapitels Gesagte, einige bescheidene Zweifel setzen, geben aber gern zu, daß die Mauern des Gebäudes Stabilität genug besitzen, um dem Horizontalschube gehörig zu widerstehen.

Ein nach der Moller'schen Zeichnung angefertigtes Modell ließ, als man dasselbe gleichfalls auf bewegliche Unterlagen stellte, den Horizontalschub sehr deutlich wahrnehmen. Eine sichtbare Verminderung desselben trat ein, als man die in unserer Zeichnung auf **Taf. 39** in Fig. 1 punktirt angedeutete eiserne Hängstange A anbrachte und scharf spannte. Der Längenverband wird, wie dies der Längenburchschnitt Fig. 2 **Taf. 39** zeigt, nur durch die Pfetten bewirkt; und die Details der verschiedenen Knoten sind in den Fig. 3—9 ders. Tafel so deutlich gezeichnet, daß sie keiner Erläuterung weiter bedürfen. Die Nummern der Figuren finden sich in Fig. 2 an den Stellen wieder, zu denen die Details gehören.

§. 66.

Die Fig. 1—3 **Taf. 40** zeigen Bindergespärre, die ähnlich wie die eben besprochenen zu beurtheilen, und vielleicht für geringere Spannweiten mit Vortheil anzuwenden sein dürften, besonders wenn man nach der Linie der „Schwerter“ a a in Fig. 1 etwa, im Innern eine Bretterschalung anbringen und hierdurch die Decke des Raumes bilden will. Dieses Gespärre zeigt eine einmalige Unterstützung der Hauptsparren und wenn, wie in Fig 2, eine zweimalige Unterstützung nöthig wird, so läßt sich eine kehlbalkenartige Zange sehr leicht mit der vorigen Anordnung verbinden. Ordnet man endlich nach Fig. 3 noch eine liegende Stuhlsäule an, so nähert man sich sehr der Moller'schen Construction auf **Taf. 39**, und es dürfte vielleicht nicht zu viel behauptet sein, wenn man unserer Construction einen geringeren Seitenschub vindizirt, als der Moller'schen, da die Schwerter am Fuße der Sparren angebracht, gewiß am wirksamsten sind. Fig. 4 zeigt den zu Fig. 3 gehörigen Längenschnitt, und Fig 5 das Detail der Verbindung am First.

b) Dächer aus krummen Hölzern.

§. 67.

So viel bekannt, ist die erste Anwendung gebogener Sparren statt der geraden in das 16te Jahrhundert zu setzen, und namentlich wird Philibert „de l'Orme“, Architekt der Tuilerien in Paris († 1577), als Erfinder der aus Bohl-, Diel- oder Brettstücken bogenförmig zusammengesetzten Dachsparren, oder der sogenannten Bohlensparren genannt. Wahrscheinlich verdanken sie ihre Entstehung der Bildung sehr weitgespannter Dächer, bei welchen möglichst viel freier Raum im Innern des Daches verlangt wurde. Wenigstens wandte de l'Orme diese Construction bei dem Bau der Kornhalle (**Halle aux bleds**) in Paris, welche eine Kuppel von 120 Fuß im Durchmesser und 100 Fuß Höhe hat, an. In Deutschland war es besonders „Gylli“, der sich die Verbreitung und Bekanntmachung dieser Dächer angelegen sein ließ, und seinen Bemühungen verdanken wir eine Zeit, in welcher die Bohlendächer vielfach zur Anwendung kamen, bei Scheunen sowohl als bei Schauspielhäusern.

Bei diesen Dächern wurde die gebogene Gestalt auch im Aeußern der Gebäude beibehalten, so daß gebogene Dachflächen sich bildeten. Die Erfahrung lehrte indessen bald, daß die gebogenen Dachflächen mit unserm am meisten zur Anwendung kommenden Deckmaterial, den Ziegeln, nicht wohl dicht zu erhalten waren, so daß die Constructionen durch die eindringende Nässe sehr bald verdarben und wandelbar wurden. Am nachtheiligsten war die runde Form in der Nähe des Firstes, wo die Tangente an dieselbe die flachste Lage hatte, und es wurden hier dreieckige Brettstücke aufgesetzt, um einen scharfen Rücken für den First zu erhalten; und da am Fuße der Sparren ähnliche

*) „Mollers Beiträge zur Lehre von den Constructionen“ Heft VII, Taf. XL.

geradlinige Hölzer, als Aufschieblinge, erforderlich waren, so blieb nur noch der mittlere Dachtheil gebogen. Eine solche Dachform, welche etwa die in Fig. 1 **Taf. 41** gezeichnete Gestalt zeigte, konnte nicht lange für schön gelten, und da die Uebelstände bei der Eindeckung mit Ziegeln sich immer noch theilweise fortbestanden, so fügte man den gekrümmten Bohlensparren bald noch äußere geradlinige hinzu, so daß sich im Aeußeren die gekrümmten Sparren gar nicht verriethen.

Den Vortheil des freien Raumes im Innern und die Möglichkeit, ohne durchgehende Balken, Gespärre über große Gebäude construiren zu können, wohl erkennend, hat man die Bohlensparren auch in neueren Constructionen beibehalten; jedoch nur in den eben erwähnten Fällen, in denen sie als die Hauptsparren eines Pfettendaches auftreten und das zur Aufnahme des Deckmaterials dienende Gerüst tragen. Die äußerlich gebogene Form hat man nur den Kuppeldächern gelassen, die selten mit Ziegeln, sondern meist mit Schiefer oder Metall eingedeckt werden.

In alle den Fällen aber, in denen die Gewinnung eines großen freien Raumes nicht überwiegende Forderung ist, hat man die Bohlendächer aufgegeben, und auch wenn jene Bedingungen stattfinden, macht man doch im Ganzen, mit alleiniger Ausnahme der Kuppeln, selten Gebrauch davon. Denn die von den Vertheidigern der Bohlendächer gerühmte Wohlfeilheit dieser Construction, hat sich nicht bewahrheiten wollen, wenigstens wird sie von den Praktikern nicht anerkannt.

In ganz neuerer Zeit ist diese Frage wieder zur Erörterung gekommen, und zwar im April 1844 in einer Sitzung des landwirthschaftlichen Localvereins zu Frankfurt a. d. O. „Romberg“ theilt die darüber gepflogenen Verhandlungen in seiner „Zimmerwerks-Baukunst“ Seite 358 u. f. mit, und sie mögen dort nachgelesen werden. Wir wollen nur kurz anführen, daß die in der Frage gehörten Baupraktiker auch hier, sowohl die größere Wohlfeilheit, als die Zweckmäßigkeit, bestritten haben. Ardant, in seiner angeführten Abhandlung, weist ebenfalls nach, daß die Bohlendächer theurer als gerade Gespärre sind, und Dr. Geyer sagt bei der Mittheilung der Construction der Mainzer Fruchthalle, daß eine Construction mit Bohlensparren um ein Viertel theurer gewesen sein würde, als die von ihm angewendete aus geraden Hölzern (**Taf. 38**).

Wir wollen uns daher auch vorzugsweise nur mit den Bohlendächern über weitere Räume, die gerade Sparren tragen, beschäftigen, und in Bezug auf sattelförmige Bohlendächer mit gebogenen Dachflächen, auf das bekannte „Gylli'sche“ Werk verweisen, in welchem die Construction von dergleichen Dächern über alle möglichen Wohn- und Wirthschaftgebäude mit und ohne Dachbalkenlagen sehr ausführlich gelehrt wird *).

§. 68.

Was zuerst die Form der gekrümmten Bohlensparren anbelangt, so ist die Ansicht derer, welche behaupten, jeder Sparren müsse eine Kreisform bilden, d. h. nach einer aus einem einzigen Mittelpunkte beschriebenen Kreislinie geformt werden, gewiß die richtige. Man hat zwar die Kettenlinie in Vorschlag gebracht, und nicht mit Unrecht behauptet, daß diese Curve, richtig ausgeführt, weniger Material bedürfe, als die Kreisform bei gleicher Tragkraft, und deßhalb wohlfeiler sei. Daß die Kettenlinie, der Theorie nach, die gerühmten Vortheile habe, ist nicht zu bestreiten, nur ist damit keine größere Wohlfeilheit in Praxi verbunden; denn wenn auch weniger Holz, also eine geringere Auslage für Material erforderlich wird, so wird dagegen jedenfalls eine größere Auslage für Arbeitslohn nöthig, denn wenn es schon einen nicht geringen Grad von Genauigkeit erfordert, einen Bohlensparren nach der Kreisform gut zu bearbeiten, so häufen sich die Schwierigkeiten bei der Kettenlinie so bedeutend, daß die Erspaarung an Material durch den theureren Arbeitslohn jedenfalls aufgewogen wird, so daß kein Vortheil für letztere Linie herauskommen dürfte; abgesehen davon, daß man bei der Kreisform weit eher eine richtige Arbeit voraussetzen und diese auch leichter prüfen kann, als bei einem nach der Kettenlinie geformten Sparren. Außerdem ist die Kettenlinie vielleicht die häßlichste aller Kurven. Bleiben wir daher bei der Kreisform, so kann diese entweder ein Halbkreis, weniger als ein solcher oder ein Spitzbogen sein. Wenn nicht andere oder aesthetische Rücksichten den Halbkreis vorschreiben, so wählt man gewöhnlich, des geringeren Seitenschubes wegen, den Spitzbogen, und am seltensten dürfte das Kreissegment, kleiner als der Halbkreis, zur Anwendung kommen.

Unter den vielen möglichen Spitzbogenformen gibt „Gylli“ die in Fig. 2 und 3 **Taf. 41** dargestellten als die zweckmäßigsten an. Nach Fig. 2 ist die Höhe **bc** des Daches „um etwas“ größer anzunehmen, als die halbe Gebäudetiefe **ab**, dann die Hypothenuse **ac** zu ziehen, auf der Mitte derselben der Perpendikel **de** zu errichten und dieser „gleich $\frac{1}{6}$ oder $\frac{1}{7}$“ **ac** zu machen, worauf zu den drei Punkten **a**, **d** und **c** der Kreismittelpunkt auf bekannte Weise zu bestimmen ist. Nach Fig. 3 soll die halbe Gebäudetiefe **ab** in 5 gleiche Theile getheilt, und 6 solcher Theile als Dachhöhe **ac** angenommen werden; $7\frac{1}{2}$ solcher Theile bestimmen dann den Halbmesser des Kreises, welcher die Form des Sparrens bezeichnet. Man sieht schon aus

*) Auch sehe man über dergl. Dächer „Menzel die hölzernen Dachverbindungen.“ Halle C. A. Kümmel 1846.

diesen Vorschriften, daß „Gylli“ auf die sehr genaue Form der Bohlensparren keinen großen Werth legt, sondern nur im Allgemeinen die Spitzbogenform für die vortheilhafteste hält.

Ist der Krümmungshalbmesser zu klein angenommen, so werden sehr breite Dielen erfordert und diese sehr „über den Spahn“, d. h. schief zu der Lage der Holzfasern verschnitten, und außerdem werden die Brettstücke doch nur kurz werden, wodurch sehr viel Fugen, d. h. schwache Stellen, in den Sparren kommen. Es ist daher doppelt vortheilhaft, den Krümmungshalbmesser möglichst groß zu nehmen.

Sollen die Bohlensparren das Deckmaterial unmittelbar aufnehmen, so wird man für die Krümmung der Sparren die Regel befolgen müssen, daß an keinem Punkte dieser Krümmung die Tangente einen kleineren Winkel mit dem Horizonte machen darf, als der für das Material zulässige Neigungswinkel ist. Trägt der Bohlensparren aber einen geraden Sparren, so ist die Form des ersteren schon gleichgültiger, nur ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Last des Deckmaterials möglichst gleichförmig auf den Sparren vertheilt werde und eine Abstützung des äußern Sparren auf den Bohlensparren da stattfinde, wo der letztere, bei starker Belastung, das Bestreben haben wird nach Außen auszubauchen.

§. 69.

Ist die Form des Bohlensparren bestimmt, so erfolgt seine Anfertigung. Diese geschieht auf zweierlei Art. Nach der älteren, von „de l'Orme“ angegebenen, werden die Dielen hochkantig neben einander angeordnet, ähnlich wie die Felgen eines Wasserrades (Fig. 4, 5 und 7 Taf. 41); nach der neueren, von Oberst „Emy“ vorgeschlagenen, aber aus möglichst langen Dielen, die mit ihrer breiten Seite auf einander liegen, ähnlich wie die Federn eines Wagens (Fig. 9 Taf. 41). Im ersten Falle werden die Dielen nicht gekrümmt, sondern krumm geschnitten, im zweiten aber gekrümmt; von ersteren zunächst.

Ein solcher Sparren besteht aus mehreren neben einander liegenden Brett- oder Dielstücken, deren Stoßfugen normal auf der Krümmung stehen, d. h. nach dem zugehörigen Kreismittelpunkte gerichtet sein müssen. Außerdem müssen diese Fugen in den verschiedenen Dielenlagen gehörig abwechseln oder „Verband“ halten. Im Allgemeinen ist es klar, daß ein solcher Sparren um so fester sein wird, aus je weniger Stücken er zusammengesetzt ist; deßhalb ist es vortheilhaft, die nothwendige Stärke der Sparren aus wenigen Lagen starker, und nicht aus mehreren Lagen schwacher Bretter herzustellen. Die Versuche „Ardant's“ bestätigen dies auffallend. Am leichtesten ist es ferner, den Sparren aus lauter gleichen Stücken zusammenzusetzen, weil man dann die, für eins derselben passende, Chablone für alle gebrauchen kann. Dies wird bei zwei Brettlagen, welche Zahl wir als die kleinste bezeichnen müssen, leicht thunlich, weil dann immer die Fuge auf die Mitte des darüber liegenden Dielstücks treffen wird, Fig. 4 Taf. 41. Bei drei Lagen, Fig. 5 Taf. 41, ist das Verwechseln der Fugen schon weniger einfach, weil in einen und denselben Querschnitt des Sparrens nicht zwei Fugen fallen dürfen.

Das Schneiden der Brettstücke geschieht am vortheilhaftesten nach der in Fig. 6 Taf. 41 angedeuteten Weise, so daß die Krümmungen immer verwechselt liegen, weil dann die Schnittfuge zwischen zwei Brettstücken zugleich als Stoßfuge dienen kann, und alle unnöthigen Zwischenräume wegfallen. Die Größe der einzelnen Brettstücke hängt, wie schon erwähnt, von der Krümmung und der Breite der vorhandenen Bretter oder Dielen ab, und man nimmt in dieser Beziehung 4,5 Fuß als das Minimum, und etwa 8,5 Fuß als das Maximum der einzelnen, nach der vorgeschriebenen Rundung geschnittenen, Brettstücke an. Die Brett- oder Bohlstücke bleiben rauh, und nur in besondern Fällen werden die äußeren Flächen der äußern Lagen gehobelt.

Hat man die Brettstücke zu einer Lage geschnitten, so werden sie auf dem „Reisboden“ nach der aufgezeichneten Form, möglichst genau passend, an einander geschoben, die zweite Lage mit verwechselten Fugen darauf gelegt und beide durch Nägel verbunden. Diese Nägel müssen, wenigstens an den Stößen, eiserne sein und wenigstens vier an jedem Stoße verwendet und umgeniethet werden. Außerdem verbindet man die Brettlagen wohl durch hölzerne Nägel, in Entfernungen von ungefähr 7—8 Zoll von einander.

Wenn die Construction später nicht sichtbar bleibt und an der inneren Seite nicht etwa eine Verschalung angebracht werden soll, so kann man die innere Rundung fortlassen und statt der runden eine eckige Form für den Sparren wählen, (Fig. 7 Taf. 41). Ebenso kann die äußere Abrundung fortbleiben, wenn noch gerade Sparren über den gekrümmten liegen. Hierdurch wird etwas an Arbeitslohn gespaart, doch sieht die Arbeit sehr roh aus und es wäre leicht möglich, daß bei so wenig Ansprüchen an das Aeußere, auch weniger Sorgfalt auf den wesentlicheren Theil der Arbeit verwendet würde, weßhalb es im Allgemeinen wohl gerathener sein dürfte, die Sparren vollständig nach der vorgeschriebenen Rundung ausarbeiten zu lassen.

Die hölzernen Nägel werden gewöhnlich von recht trocknem tannenem Holze gemacht, und es ist gut sie in ihrem Querschnitte nicht ganz kreisrund, sondern etwas oval zu bearbeiten. Werden sie dann in die rund vorgebohrten Löcher eingetrieben, so muß die größere Achse des ovalen Querschnittes parallel mit den Holzfasern der Bret-

.. liegen. Der durchgeschlagene Nagel wird auf der un... Seite, mit der Fläche des Sparrens bündig, abge... und an diesem Ende verkeilt. Damit dies Ver... nicht Veranlassung zum Spalten der Bretter werde, ...ssen die Keile senkrecht auf die Richtung der Holzfasern ... die Nägel eingesetzt werden. Fig. 8 **Taf. 41.**

Bei tiefen Gebäuden, über 45 Fuß etwa, ist es ge...ener, sich überall der eisernen umgenietheten Nägel zu ...ienen, und wenn die Tiefe 60 Fuß erreicht, an den ...ssen Holzschrauben oder Schraubenbolzen zu verwenden.

§. 70.

Wir wollen hier gleich die Stärke der Bohlensparren ...eben, wie sie in den Fällen, in denen sie unmittelbar ... Dachsparren dienen, mithin etwa 3,5′ von Mitte zu ... von einander entfernt sind, angewendet zu werden ...legen. Hiernach würde man, ganz freie Dachräume ...usgesetzt, nach württemberger Maaß folgende Abmes...ungen anwenden.

Bei einer Gebäudetiefe unter und bis zu 26 Fuß würde ... Sparren bestehen, aus zwei 12‴ starken Dielen,

.. 26 bis 40	Fuß	Tiefe	aus	zwei 14‴ starken	
. 40 „ 44	„	„	„	„ 16‴ „	
. 44 „ 49	„	„	„	drei 12‴ „ oder besser	
			„	zwei 18‴ „	
. 49 „ 55	„	„	„	einer Diele von 18‴ st. und zwei 16‴ starken, oder besser	
			„	zwei 2,5″ starken Dielen,	
. 55 „ 66	„	„	„	drei 18‴ starken oder zwei 2,7″ starken Dielen.	

Für jede 5 Fuß größerer Gebäudetiefe wird man den ...arren 4 bis 5 Linien an Stärke zulegen können, wobei ... der Grundsatz festzuhalten ist, jeden Sparren lieber aus ... stärkeren, als aus drei schwächeren Dielen zusammen ... setzen. Außerdem wäre es rathsam, bei Gebäudetiefen ... 40 und mehr Fuß, jedesmal dem 4ten Sparrenpaare, ... Bindersparren, eine größere und zwar die in obigen ...gaben nächstfolgende, Abmessung zu geben.

Als Breite der Sparren ist überall die vorhandene ...ttbreite angenommen und es finden sich hierüber, weder ... „Gylli“ noch andern Autoren bestimmte Angaben, ob... gerade diese Abmessung auf die Tragfähigkeit der ...arren den größten Einfluß hat. Später werden wir, bei ...trachtung größerer Bohlensparrenconstructionen, auch ...se Abmessung berücksichtigen und bemerken hier nur noch, ... man zu den größeren Gebäudetiefen die breitesten Die... nehmen muß, die man bekommen kann, und daß wie...rum die aus einer solchen Diele zu gewinnende nutzbare ...eite von der Größe des Krümmungshalbmessers abhängig ... und mit diesem im geraden Verhältniß steht. Kann man krummgewachsene Dielen in genügender Anzahl bekommen, so sind diese natürlich vorzuziehen.

§. 71.

Um aus dergleichen Sparren ein Dachgebinde zu bilden, müssen zwei derselben im Scheitel oder an der First mit einander verbunden werden, und wir haben diese Verbindung nur für den Fall zu betrachten, wenn das Gebinde einen Spitzbogen bildet; denn ist es nach einem Halbkreise oder nach einem kleineren Kreisbogen geformt, mit horizontaler Tangente am Scheitel, so muß die Verbindung an letzterer Stelle gerade so geschehen, wie in den übrigen Theilen der Sparren, d. h. das Gebinde muß ein Ganzes bilden. Die Verbindung bei spitzbogigen Gespärren geschieht nach Fig. 10 **Taf. 41**, am einfachsten durch Ueberblattung, wenn der Sparren aus zwei Brettlagen besteht, und durch eine Art Schlitzzapfen, wenn drei Brettlagen den Sparren bilden. In beiden Fällen wird die Verbindung durch eiserne Nägel oder Schrauben noch mehr befestigt. Außerdem wird, etwa 6—8 Zoll unter dem inneren Scheitel, in horizontaler Richtung ein Brett an beide Sparren befestigt, welches die Verbindung sehr wirksam verstärkt.

Um die Entfernung der Sparren von einander am First zu sichern, und hier zugleich einen Längenverband für das Dach herzustellen, wird zwischen dem inneren Scheitel des Sparrengebindes und dem eben erwähnten horizontalen Brette eine, etwa 2 Zoll starke, Firstdiele in aufrechter Stellung angebracht und in diese sowohl die Sparren als jenes Brett etwa 1½ Zoll tief eingelassen. Beim Aufrichten des Daches muß diese Firstdiele, so lange durch anderweitige Stützen getragen werden, bis die horizontalen Bretter angenagelt sind.

Mit ihren unteren Enden stehen die Sparren entweder in einem Balken, oder auf einer Schwelle auf und die Verbindung geschieht auf folgende Weise. Wenigstens drei Zoll von dem Ende des Balkens, wenn ein solcher vorhanden ist, wird das Zapfenloch nach Fig. 11 **Taf. 41**, so lang als der Sparren breit ist, ausgestemmt, jedoch nicht so breit als der Sparren dick ist. Wollte man nämlich den Sparren mit seiner ganzen Dicke in das Zapfenloch eingreifen lassen, so müßte man voraussetzen, daß sämmtliche Zapfenlöcher durchaus von ganz gleicher Tiefe wären; da dies nun aber nicht wohl zu erreichen ist, so schneidet man an den, aus zwei Brettdicken bestehenden, Sparren auf jeder Seite etwa ½ Zoll fort und macht das Zapfenloch um einen Zoll schmäler als die Sparrendicke beträgt, so daß die Sparren auf dem gebildeten Absatze ruhen, wobei sie alle, unbeschadet der ungleichen Tiefe der Zapfenlöcher, in einerlei wagrechter Ebene aufstehen können. Ist der Sparren aus drei Lagen zusammengesetzt, so schneidet

man nach Fig. 12 Taf. 41, auf einer Seite, so lang als man den Sparren in das Zapfenloch reichen lassen will, die eine Brettdicke fort und gibt dem Zapfenloche eine Breite gleich der übrig bleibenden Sparrendicke. Uebrigens können die Balken durchgehende Dachbalken oder auch Stichbalken sein.

Steht der Sparren aber auf einer Schwelle auf, so muß diese, wenn wieder ein Einzapfen stattfinden soll, um 3 Zoll breiter sein als die Zapfen, damit vor dem Zapfenloche nach außen zu, diese 3 Zoll Holz stehen bleiben können. Deßhalb pflegt man den Sparren in diesem Falle gewöhnlich nur theilweise einzuzapfen und zugleich aufzuklauen, wie dies in Fig. 13 Taf. 41 dargestellt ist. Das hierbei hinter der Schwelle herabreichende Blatt des Sparrens bricht aber, bei einer Neigung des Sparrens nach innen, leicht ab, weßhalb dasselbe stark genug (4—5 Zoll) bleiben muß. Sowohl die Schwelle als der Sparren werden in dem Winkel der Klaue etwas abgestumpft, damit durch die scharfe Kante der Schwelle kein Aufspalten der Bretter veranlaßt werde.

Die hier erwähnten Details kommen bei Bohlendächern immer vor, weßhalb wir sie hier anführen mußten, obgleich wir auf die Zusammenstellung ganzer Bohlendächer, nach der älteren Constructionsweise, nicht weiter eingehen und nur noch bemerken wollen, daß der Längenverband dieser Dächer außer durch die erwähnte Firstdiele noch durch Sturmlatten hergestellt zu werden pflegt, die an der innern Seite der Sparren in schräger Richtung angenagelt werden, und da sie jetzt nach Schraubenlinien gebogen werden müssen, nur aus schwachen biegsamen Hölzern bestehen können. Man wendet daher auch noch sehr häufig eine Verriegelung der Sparren unter sich an, die wir aber später, wenn wir die Construction der Kuppeldächer aus Bohlensparren besprechen, näher beschreiben wollen, während wir jetzt zu den größeren Bohlendächern, bei denen die Bohlensparren eigentlich nur als Hauptsparren eines Pfettendaches auftreten, übergehen.

§. 72.

Aus den schon früher angeführten Gründen hat man die durch die Gestalt der Bohlensparren angedeutete gewölbte Form der Dachflächen, bei den Satteldächern, nicht beibehalten, sondern die gekrümmten Sparren gleichsam durch gerade Hölzer eingerahmt, um wieder ebene Dachflächen zu erhalten.

Ueber solche, aus gebogenen oder gekrümmt bearbeiteten und geraden Hölzern zusammengesetzte Gespärre hat der bereits genannte franz. Ingenieur „Ardant“ ebenfalls Versuche angestellt, und wir wollen die durch diese Versuche gewonnenen Resultate hier anführen, wobei wir, in Bezug auf die Versuche selbst, auf das Ardant'sche verweisen müssen.

Der in §. 59 geführte Beweis, daß alle Ge ohne durchgehende Hauptbalken an ihren Fußpunkten Horizontalschub ausüben, gilt auch für die hier in stehenden, denn wenn man für das geradlinige Ge in Fig. 1 Taf. 37 ein nach Fig. 2 ders. Tafel geb substituirt, so werden alle für jenes gefundenen We ten sich auch auf dieses anwenden lassen.

„Ardant“ hat seine Versuche in der Art ang daß er die gekrümmten Gespärre zuerst allein bet hat, wie die aus geraden Hölzern, und dann die au den zusammengesetzten.

In Bezug auf erstere findet er:

1) daß der vom Eigengewicht eines halbkreisför Bogens herrührende Schub nicht ganz 1/5 diese wichts erreicht.
2) Daß der von der Belastung eines Halbkreisl herrührende Schub sich von 1/4 bis zu 1/3 de sammtgewichts der Belastung erhöhen kann, je der Weise der Vertheilung des Gewichts au Umfange des Bogens.
3) Daß der Schub, den gedrückte Bögen ausübe zu denen bei Halbkreisbögen verhalte, wie ihre Sehne sich zu ihrem Pfeil verhält.
4) Daß die Größe der Kraft, mit welcher die Enden Bogens in horizontaler Richtung gegen die Wide wirken, von seiner Construction unabhängig ist; nur die übrigen Umstände in Bezug auf seine und Dimensionen, Größe und Vertheilung de dieselben sind.

Die größere oder geringere Biegsamkeit der ändert daher nichts an der Intensität des Sch nur muß man dabei wohl bemerken, daß die Wir bei einem biegsamen Bogen viel gefährlicher werden als bei einem weniger biegsamen. Denn wenn die lager nicht stabil genug sind, sondern dem Schube geben, so können sie bei einem biegsamen Bogen, Enden eine große horizontale Ortsveränderung er umgeworfen werden, während bei einem sehr steifen diese Ortsveränderung jeden Falls weit geringer au wird, wenn auch die Kraft, mit welcher die hervorgebracht wird, in beiden Fällen die gleiche ist. Man kann sich einen Bogen d der so steif ist, daß die horizontale Ortsveränderung Enden fast unmeßbar klein, also beinahe Null wär gleich das Bestreben dazu ein sehr großes ist. Diese tritt in der Praxis zwar nie ein, doch gibt er den F zeig, die Bögen immer so unbiegsam als nur mögl construiren.

Die Größe des Schubes bei Gespärren aus

ern haben wir früher kennen gelernt, und da
den bei kreisförmigen Bögen übereinstimmt, so
vir schließen, daß die Verbindung der letzteren
en keinen Einfluß auf den Schub hervorbringen
ie Versuche „Ardants" bestätigen diese Schlußfol=
und wir müssen danach annehmen, daß die Ver=
eines Bogens, sei er construirt wie er will, mit
raden Gespärre der in Rede stehenden Form, gar
influß auf die Größe des Schubes an den Fuß=
es so zusammengesetzten Gespärres hat, daß also,
ir ein einfaches gerades Gespärre, welches den
mrahmt, so stark in seinen Dimensionen machen,
er zu tragenden Last widerstehen kann, wir den
fortlassen können, ohne dadurch eine
hrung des Schubes hervorzubringen.
t daher die früher (Seite 106) angegebene Formel
zur Berechnung der Größe des Horizontalschubes;
können auch bei den zusammengesetzten Gespär=
ie bei den geraden, die Größe des Schubes im
nitt, bei Winkel= bis Viertel=Dächern, zu ¼ der
ng, einschließlich des Eigengewichts der Gespärre,
en.

§. 73.

as Vorstehende gilt nicht nur für den Schub der
chkantig neben einander gestellten Bohlen gebildeten
, sondern auch für die nach „Emy's" Erfindung
rten, bei denen möglichst lange Dielen über einan=
gen. Ueber die Bildung dieser letzteren aber erst
Worte.

m Jahre 1825 hat der französische Ingenieur=Obrist
Bohlenbogen construirt, wobei er von der „de l'Orm'=
Methode" ganz abgegangen ist, und statt der kurzen
tig gestellten Dielen, möglichst lange Bohlen blatt=
wie bei einer Wagenfeder, übereinander gelegt hat.
Taf. 41 zeigt einen solchen Sparren, und auf
42 ist ein ganzes Gespärre mit einem solchen Bo=
rgestellt. Die Anfertigung ist im Allgemeinen ein=
und es kommt nur darauf an, die Stöße der Dielen,
übrigens nur stumpf sind, so abwechseln zu lassen,
keinem Querschnitte zwei dergleichen liegen, und
ielen durch die umgelegten Zugbänder und durchge=
n Schraubenbolzen möglichst mit einander verbunden
. Das Biegen der Dielen geschieht einzeln über
ergerüst, und die Schraubenbolzen werden erst ein=
n, wenn der ganze Bogen die richtige Gestalt an=
men hat *).

§. 74.

Diese Holzbögen beiderlei Construction biegen sich nach „Ardant's" Versuchen wie homogene Körper; nur ist ihr Elasticitätsmodul kleiner. Die Biegung kann man nach folgenden Formeln berechnen. Es bedeutet in denselben

- f die Senkung des Scheitels der Bögen
- P das ganze Gewicht, welches der Bogen trägt, in Kilogrammen,
- A den Halbmesser des Bogens,
- a die Breite, b die Höhe des rechteckigen,
- r den Halbmesser des kreisförmigen Querschnitts des Bogens,
- f die Senkung des Scheitels durch die Einwirkung des Gewichts in Metern,
- E den Elasticitäts=Modul,
- X die halbe Sehne,
- Y die Pfeilhöhe des Bogens, der kleiner als ein Halbkreis ist.

(Hierher umstehende Tabelle.)

Die horizontale Verschiebung des Punktes des Bogens, wo der Bruch stattfindet, ist für die Praxis = 0,5 f zu setzen, und ein von diesem Punkte nach dem Mittelpunkte gezogener Radius macht mit der Vertikalen einen Winkel von 60—65 Graden.

Die Versuche ergeben ferner folgende Thatsachen in Bezug auf die Biegung der Bögen von gebogenen Hölzern (Emy'sche Bögen).

1) Der Widerstand gegen Biegung ist um so größer, je mehr Breite und Dicke die einzelnen Schienen (Dielen) haben, je fester sie mit einander verbunden sind, und je weniger zahlreich die Stöße der Schienen an der äußeren und inneren Bogenfläche sind.

2) Der Elastizitätsmodul (E) kann für die Praxis als Minimum (für schwache, d. h. aus schmalen und dünnen Schienen construirte Bögen) zu 60000000 und als Maximum zu 600000000 angenommen werden. Hierbei ist angenommen, daß man keine einen größeren Widerstand leistende Bogen construiren wird, als solche, deren Schienen eine Dicke von 0,m054 (circa 2″ württb.) bei 12—13 Meter Spannweite haben, indem es schon sehr schwer hält, dergleichen Schienen zu einen Bogen von 15m Durchmesser (circa 52,35′ württb.) zu biegen *). Hieraus folgt

---

*) Emy hat seine Erfindung in einem eigenen Werke bekannt t, welches 1828 zu Paris unter dem Titel: „Description ouveau système d'arcs pour les grandes charpentes, par A. R. Emy, colonel du Génie en retraite etc." erschienen ist, auch in dem großen Emy'schen Werke, welches wir Seite 5 in der Note angeführt haben, ist die Erfindung (Kap. 30. S. 194 des 2ten Theils) aufgenommen. Dort findet man alle nöthigen Manipulationen vollständig beschrieben.

*) Hiernach wäre die Dicke der einzelnen Schienen zu $\frac{1}{277}$ des Bogendurchmessers als Maximum anzunehmen.

Tabelle
der Senkungen des Scheitels der kreisförmigen Bögen durch die Einwirkung verschiedenartig vertheilter Belastungen.

Form der Bögen	Art der Belastung	Senkung des Scheitels der Bögen. Der Querschnitt ist	
		rechteckig	kreisförmig
Halbkreis	Gleichförmig auf den Umfang des Bogens vertheilt.	$f = 0{,}05 \frac{A^3}{a b^3} \cdot \frac{P}{E}$	$f = 0{,}005 \frac{A^3}{r^3} \cdot \frac{P}{E}$
"	Gleichförmig in Bezug auf eine Horizontale vertheilt.	$f = 0{,}083 \frac{A^3}{a b^3} \cdot \frac{P}{E}$	$f = 0{,}009 \frac{A^3}{r^3} \cdot \frac{P}{E}$
"	Ganz im Scheitel aufgehangen.	$f = 0{,}222 \frac{A^3}{a b^3} \cdot \frac{P}{E}$	$f = 0{,}0239 \frac{A^3}{r^3} \cdot \frac{P}{E}$
"	In einem Punkte, vertikal über einem Viertel des Durchmessers des Bogens, aufgehangen.	$f = 0{,}348 \frac{A^3}{a b^3} \cdot \frac{P}{E}$	$f = 0{,}0365 \frac{A^3}{r^3} \cdot \frac{P}{E}$
Gedrückter Kreisbogen	Gleichförmig in Bezug auf eine Horizontale vertheilt.	$f = 3{,}60 \frac{P \cdot Y^2 X}{E a b^3}$ (1)	$f = 0{,}38 \frac{P \cdot Y^2 X}{E r^4}$ (2)
"	Ganz im Scheitel aufgehangen.	$f = 0{,}0469 \frac{P \cdot X^3}{E ab^3}$	$f = 0{,}005 \frac{P X^3}{E r^4}$.

Bemerkung. Die Formeln (1) und (2) sind nur so lange anwendbar, als X wenigstens noch = 10 Y ist.

ferner, daß man dergleichen Bögen nur zu Gespärren von großer Spannweite; oder zur Anfertigung von Bögen anwenden darf, auf deren Umfange man Schienen von 0,^{m}054 Dicke biegen kann.

3) Der Krümmungspfeil (f) im Scheitel kann bei Halbkreisbögen, vor dem Zerbrechen, einem Zehntel des Durchmessers gleich werden. Berechnet man daher ihren Querschnitt so, daß der Krümmungspfeil, welchen sie unter der zu tragenden Belastung annehmen, einem Hundertel des Durchmessers gleichkommt, so wird man genügende Sicherheit erreichen.

In Bezug auf die Bogen aus hochkantig gestellten Dielen (nach de l'Orme) ergibt sich:

1) daß der Werth des Elasticitätsmoduls mit der Länge und Dicke der einzelnen Stücke, aus welchen der Bogen zusammengesetzt ist, wächst. Bei den am besten construirten Bögen übertrifft er nicht 500000000.

2) Der Krümmungspfeil der Bögen ist, im Augenblick des Bruchs, nicht größer als ein Dreißigstel des Durchmessers. Man muß diese Bögen also so berechnen, daß die Senkung des Scheitels, wenn möglich, nur ein Dreihundertel oder höchstens ein Einhundertfünfzigstel des Durchmessers betrage.

3) Der Bruch geschieht gleichzeitig durch die Compression der Dielenstücke, welche 65 Grad von der Vertikalen abstehen, an der innern Bogenfläche, indem diese, mit ihren Ecken aufeinander liegend, sich zerdrücken, und durch das Zerreißen derselben Stücke nach der Längenrichtung, indem sie der Wirkung nachgeben, welche die Pflöcke oder Riegel ausüben, um sie ihrer Länge nach aufzuspalten.

Der Bruchcoeffizient beträgt bei beiderlei Bögen höchstens $^3/_5$ von dem eines homogenen Stücks.

„Ardant“ hat ferner beide Constructionen auch in Beziehung auf den Holzverbrauch verglichen und gefunden, daß wenn man zu beiden gleich viel Holz, dem Kubikinhalt nach, verarbeitet, die Emy'schen Bögen weniger der Biegung, aber besser dem Bruche, die de l'Orm'schen weniger dem Bruche und besser der Biegung widerstehen, so daß es sich also in den Fällen, in welchen es sich hauptsächlich um die Darstellung eines möglichst unbiegsamen Bogens handelt, die de l'Orm'sche Construction den Vorzug verdient.

§. 75.

Bei den aus Bögen und geraden Hölzern zusammengesetzten Gespärren, ist es von großer Wichtigkeit zu wiss

...f welche Weise sich die Belastung auf den Bogen und ...f das gerade Gespärre vertheilt, um jedem einzelnen ...n solchen Querschnitt geben zu können, daß beide un...r einer zu großen Belastung gleichzeitig brechen; denn ...t dieses Verhältniß nicht statt, und bricht einer der ...ile früher als der andere, so trifft den andern dieses ...icksal nur um so gewisser und rascher. Man müßte ...r jeden Theil für sich der ganzen Belastung angemessen ...f machen, und dann wäre einer überflüssig.

„Ardant“ stellt nun die Hypothese auf, und sucht sie ...s seinen Versuchen zu beweisen, daß wenn die geraden ...parren und der Bogen gleiche Querschnitte haben, die ...t, welche die ersteren tragen, sich zu der, welche letzte...trägt, wie 7 : 3 verhält.

Hiernach soll man dem Sparren mit dem Bogen gleiche Breite, letzteren aber eine um 1/5 bis 1/4 größere Höhe im Querschnitt geben.

Es ist nun leicht, die Dimensionen der Haupttheile eines solchen „zusammengesetzten Gespärres“ zu berechnen. Der zu befolgende Weg ist einfach folgender. Man berechne nach der in §. 62 dies. Kap. (S. 107) gegebenen Formeln die Stärke der Sparren eines einfachen geraden Gespärres so, als ob diese die Hälfte der Belastung zu tragen hätten, und gebe dann dem zugehörigen Bogen eine um 1/4 größere Höhe, während er mit dem Sparren gleiche Breite erhält.

„Ardant“ gibt folgende Tabelle für Dächer, deren Hauptsparren auf 3 Basis zu 2 Höhe geneigt sind (1/3-Dächer), und bei welchen auf den laufenden Meter der Horizontalprojection eine Belastung von 400 Kilogr. kommt.

Spannweite der Gespärre in Metern	Querschnitt in Metern: des Bogens			des Sparrens			eines der beiden Hölzer, aus denen der Pfosten besteht			des Tragbandes und des Spannriegels			eines der beiden Hölzer der mittleren Zange (Hängsäule)			Senkung des Scheitels des Gespärres	Horizontal-verschiebung des obersten Endes des Pfostens
	Breite		Höhe	Breite		Höhe	Breite		Höhe	Breite		Höhe	Breite		Höhe		
24	0,20	zu	0,40	0,20	zu	0,32	0,12	zu	0,41	0,16	zu	0,16	0,15	zu	0,12	0,04	0,020
22	0,20	„	0,37	0,20	„	0,30	0,12	„	0,35	0,16	„	0,16	0,15	„	0,12	0,03	0,015
20	0,20	„	0,33	0,20	„	0,28	0,12	„	0,32	0,16	„	0,16	0,15	„	0,10	0,03	0,015
18	0,15	„	0,35	0,15	„	0,28	0,12	„	0,30	0,12	„	0,12	0,15	„	0,10	0,03	0,015
16	0,15	„	0,35	0,15	„	0,26	0,12	„	0,27	0,12	„	0,12	0,12	„	0,08	0,02	0,010
14	0,15	„	0,27	0,15	„	0,22	0,12	„	0,25	0,10	„	0,10	0,12	„	0,08	0,02	0,010

Bemerkung. Man kann die Werthe in den beiden letzten Colummnen verdoppeln, um die Senkung wegen des Zusammen...drückens in den Verbindungsstellen zu berücksichtigen.

Auf württemberger Maaß reduzirt, wobei auf den ...fenden Fuß der Sparrenlänge 205 Pfund Belastung ...men, oder auf den laufenden Fuß der Horizontalprojection desselben circa 219 Pfund, gibt vorstehende Tabelle die folgende.

Spannweite der Gespärre in württembergischen Fußen	Querschnitt in Fußen: des Bogens			des Sparrens			eines der beiden Zangenhölzer, aus denen der Pfosten besteht			des Tragbandes und des Spannriegels			eines der beiden Hölzer der mittleren Zange (Hängsäule)			Senkung des Scheitels (in Zollen)	Horizontale Verschiebung des oberen Endes des Pfostens (in Zollen)
	Breite		Höhe	Breite		Höhe	Breite		Höhe	Breite		Höhe	Breite		Höhe		
84	0,70	zu	[illegible],40	0,70	zu	1,12	0,42	zu	1,43	0,56	zu	0,56	0,52	zu	0,42	1,40	0,70
77	0,70	„	[illegible],30	0,70	„	1,05	0,42	„	1,22	0,56	„	0,[illegible]6	0,52	„	0,42	1,05	0,52
70	0,70	„	1[illegible]5	0,70	„	0,98	0,42	„	1,12	0,56	„	0,56	0,52	„	0,35	1,05	0,53
63	0,52	„	1,22	0,52	„	0,98	0,42	„	1,05	0,42	„	0,42	0,52	„	0,35	1,05	0,53
56	0,52	„	1,22	0,52	„	0,91	0,42	„	0,94	0,42	„	0,42	0,42	„	0,28	0,70	0,35
49	0,52	„	0,94	0,52	„	0,77	0,42	„	0,87	0,35	„	0,35	0,42	„	0,28	0,70	0,35

117

§. 76.

,ber überhaupt nach den angegebenen For-,u können, ist es nöthig, das Gewicht des De… zu kennen, und hierzu mag nachstehende Tabelle …en, welche Durchschnittszahlen für das Gewicht eines Quadratfußes der gebräuchlichsten Deckmaterialien gibt, wobei aber die Belattung oder Bretterverschalung nicht mitberechnet ist.

Art des Deckmaterials	Gewicht von 1 Quadratfuß
Ziegel: einfaches Schindeldach	8,6 ℔
Ziegel: Doppeldach	12 ℔
Ziegel: Ritter- oder Kronendach	14 ℔
Schiefer	7 ℔
gewalztes Kupfer	1,5—2,5 ℔
Zink	1,5 ℔
schwaches Eisenblech	1,0 ℔
Asphalt	4,5 ℔
Rollenblei	7,0 ℔

Als zufällige Belastung kann man eine Schneedecke von 1,75 Fuß Höhe als Maximum annehmen, und da der Schnee etwa zehnmal leichter ist als Wasser, so gibt dies für den Quadratfuß eine Mehrbelastung von circa 10—11 Pfunden.

Will man auch die Einwirkungen des Windes mit in Rechnung stellen, was wohl zuweilen bei Gebäuden von hoher freier Lage rathsam werden kann, so kann man sich folgender Tabelle bedienen, die die Normalpressung auf den Quadratfuß angibt, wenn die Geschwindigkeit des Windes bekannt ist.

Geschwindigkeit des Winkels per Sekunde	Pressung in Pfunden
10,47	0,18
17,45	0,43
27,92	1,30
34,90	2,40
48,86	4,00
69,8	8,17
139,6	32,68

§. 77.

„Ardant" gibt ferner in seiner Abhandlung auch eine Formel zur Berechnung der Mauerstärken für die Umfangsmauern von Gebäuden mit Dächern, wie die bisher besprochenen, welche sowohl für gerade Gespärre, als für solche, die mit Bögen verbunden sind, gilt. In denselben bezeichnet:

D die Entfernung der Gespärre (Binder) von einander,
P das Gewicht jedes halben Gespärres mit seiner Belastung,
A die halbe Spannweite des Gebäudes,
h die Höhe der Mauer von der Horizontalebene durch den Fußpunkt der Gespärre bis zum Kranzgesimse,
e die Dicke dieses Mauertheils,
H die Höhe der Mauer vom Fußboden bis zum Fuß der Gespärre,
E die Dicke derselben,
S den Schub des Gespärres, und endlich
p das Gewicht des Kubikmeters Mauerwerk in Kilogr.
Die Maaßen sind in Metern verstanden.

Mit Berücksichtigung der gehörigen Sicherheit ist

$$E = -\frac{P}{pDH} \pm \sqrt{\frac{P^2}{p^2 D^2 H^2} + \frac{12\,S}{pD} - \frac{e^2 h}{H}}$$

Hierbei ist zu bemerken, daß h eine Funktion des Winkels ist, welchen die Sparren mit der Vertikale einschließen. Bezeichnet man diesen Winkel mit β und den Halbmesser des halbkreisförmig gedachten Bogens mit A, so hat man, unter der Voraussetzung, daß der Sparren den Bogen tangirt,

$$h = A \operatorname{tg} \tfrac{1}{2} \beta.$$

Unter der Voraussetzung, daß die Sparren auf 3 Basis zu 2 Höhe geneigt sind (1/3 Dach), und der laufende Meter ihre Horizontalprojection mit 400 Kilogr. belastet, das Gewicht eines Kubikmeters Mauerwerk aber gleich 2000 Kilogr. sei, gibt Ardant folgende Tabelle.

Spannweite des Gespärres in Metern	Abstand der Gespärre von einander in Metern	Höhe des Fußpunktes der Gespärre vom Boden in Metern	Dicke der Mauer vom Boden bis zum Fußpunkt der Gespärre	Dicke der Mauer vom Fußpunkt der Gespärre bis zum Kranzgesimse	Breite des Fundaments in einem Meter Tiefe unter dem Boden
24	3,30	3	1,62	0,60	2,01
24	3,30	5	1,80	0,60	2,25
20	3,30	3	1,40	0,50	1,75
20	3,30	5	1,60	0,50	2,00
16	3,30	3	1,35	0,40	1,70
16	3,30	5	1,42	0,40	1,80

In württemberger Maaß und Gewicht, bei welch auf den laufenden Fuß Sparrenlänge eine Belastung 205 Pfund kommen und das Gewicht eines Kubikfu Mauerwerk zu 100 Pfund angenommen wird, gibt d Tabelle die folgende.

Spannweite des Gespärres in württemberg. Fußen	Abstand der Gespärre in württembergischen Fußen	Höhe des Fußpunktes des Gespärres vom Boden	Dicke der Mauer vom Boden bis zum Fußpunkt der Gespärre	Dicke der Mauer vom Fußpunkt der Gespärre bis zum Kranzgesimse	Breite des Fundaments in einer Tiefe von $3^1/_2$' unter dem Boden
84	11,5	10,5	5,65	2,09	7,01
84	11,5	17,5	6,28	2,09	7,85
70	11,5	10,5	4,88	1,74	6,11
70	11,5	17,5	5,58	1,74	6,98
56	11,5	10,5	4,71	1,39	5,93
56	11,5	17,5	4,95	1,39	6,28

In Bezug auf die Anwendung dieser Formel und Tabelle ist zu bemerken, daß die Mauerstärken nur für den Fall gelten, daß der Baugrund gut und fast unpreßbar ist. Die Stärke des Mauertheils zwischen dem Fuß der Gespärre und dem Kranzgesimse ist nur unter der Voraussetzung brauchbar, daß an seinem oberen Ende durchaus keine wagrechte Kraft wirkt, so daß also der Pfosten an seinem oberen Ende so weit davon entfernt bleibt, daß dieser Pfosten, wenn die horizontale Verschiebung seines oberen Endes eintritt, die Mauer nicht berührt; und daß endlich unter keinen Umständen der untere Theil des Bindersparrens auf oder gegen die Mauer gestützt ist.

§. 78.

Nachdem wir in den vorstehenden Paragraphen das Nothwendigste über die Berechnung der in Rede stehenden Dächer angeführt haben, bleibt uns nur noch übrig, einige Beispiele zu besprechen, bei denen sich die nothwendigen Details leicht ergeben werden.

Fig. 1 und 2 **Taf. 43** zeigen ein Dach in Quer- und Längendurchschnitten, was sich der älteren Constructionsart mit Bohlensparren anschließt, obgleich auch bei ihm die äußere gewölbte Form verlassen und mit ebenen Dachflächen vertauscht ist. Das Dach gehört zu einer Reitbahn und ist, von „Schinkel“ entworfen, im Jahre 1831 ausgeführt. Die lichte Tiefe beträgt 42½ Fuß preuß., die Sparren sind 11 Zoll breit und bestehen aus einer mittleren 2 Zoll starken Diele, und aus zwei 1½ Zoll starken Brettern, haben mithin eine Stärke von 5 Zoll, ohne eine aus gehobelten 1zölligen Brettern gebildete Bekleidung. Hinter jedem Sparren steht ein Pfosten, von 7 Zoll Breite und 9 Zoll Stärke, mit dem Sparren auf derselben Schwelle. Diese Pfosten bilden zugleich die Seitenwände der Bahn, sind einmal verriegelt, und tragen eine Wandpfette, auf welcher ein Stichgebälk ruht, was mit den Bohlensparren verbunden ist. Auf diesem Stichgebälk liegt eine Schwelle für die äußeren Sparren, welche außerdem in der Mitte ihrer Länge noch durch eine Zange mit den Bohlensparren verbunden sind. Die Bohlensparren sind durch zweizöllige Dielen verriegelt, die in die äußere Sparrenbekleidung eingelassen sind und den Längenverband bilden. Dieser wird aber hauptsächlich durch eine Reihe horizontalliegender Andreaskreuze, die auf dem Stichgebälke aufgekämmt sind, hergestellt. Die Bohlensparren sind auf ihrem Rücken mit einzölligen Brettern bekleidet und von innen sichtbar. Der untere Mauertheil hat 5 Fuß Stärke, und die Holzwände darauf sind nach außen zu 10 Zoll stark mit Backsteinen „verblendet“. Die äußeren geraden Sparren haben 5 Zoll Breite und 8 Zoll Höhe, sind mit ¾zölligen Brettern verschalt und tragen eine Zinkblechdecke.

Das Notizblatt des Architekten-Vereins in Berlin, Nr. 2 vom October 1833, theilt eine Zeichnung des Bohlendaches der Kirche zu Moabit (bei Berlin), ebenfalls von „Schinkel“ herrührend, mit, welche unsere Fig. 3 auf **Taf. 43** zeigt. Auch hier treten die Bohlensparren als Binder auf und tragen flachliegende Sparren eines Pfettendaches. Die Bohlensparren bilden eine Art maurischen Bogens, indem sie, unterhalb ihrer Kämpferpunkte, noch konsolartige Verlängerungen zeigen die, ebenfalls aus Bohlen construirt, ihnen als unmittelbare Stütze dienen. Letztere sind in starke Doppelpfosten versatzt, welche dicht an der Mauer liegen und mit diesen durch eingemauerte Anker verbunden sind. Von diesen Doppelpfosten gehen, der Höhe nach, zwei Stichbalkenlagen nach den Bohlensparren und sind mit letzteren durch eiserne Bänder und Schraubenbolzen verbunden. Auf den obersten Stichbalken stehen die geraden Hauptsparren mit Versatzungen, und durch eiserne Bänder gehalten, auf, und sind, da wo sie die Bohlensparren tangiren, ebenfalls durch eiserne Bänder, im Scheitel aber durch doppelte Hängsäulen, fest mit diesen verbunden. Erst auf diesen geraden Hauptsparren liegen die Pfetten, welche die Dachsparren tragen. Letztere sind unterhalb verschalt, so daß sich zwischen den Pfetten eine Felderdecke bildet.

Dem Dache fehlt die Firstpfette und, nach dem früher über die Wichtigkeit dieses Verbandstückes bei Pfettendächern Angeführten, müssen wir den Mangel desselben als einen Fehler der Construction bezeichnen.

In Fig. 4 ist eine Skizze des Grundrisses der Kirche gegeben, in welcher die Lage der Bindersparren, durch ihre Horizontalprojectionen, angedeutet ist*).

Auf **Taf. 42** ist endlich auch noch die Hälfte eines, nach dem „Emy'schen“ Systeme construirten, Binders mit

*) Wenn ich nicht sehr irre, so hat diese Kirche in neuerer Zeit eine Veränderung erlitten; ob diese sich aber auch auf den Dachverband erstreckt hat, ist mir nicht bekannt.

den nöthigen Details gezeichnet, um auch einen Repräsentanten dieses Systems zu haben. Zugleich haben wir hier ein, aus einem Bogen und geraden Hölzern, „zusammengesetztes“ Gespärre, wie wir ein solches in §. 75 dieses Kapitels besprochen haben.

Der Binder Fig. 1 **Taf. 42** gehört einem von „Emy“ erbaueten großen Wagenschuppen zu Marai an. Derselbe hat 20 Metres Spannweite und trägt ein Vierteldach. Fig. 2 zeigt einen Theil des Längendurchschnittes, aus welchem der Längenverband und die Entfernung der Binder von einander zu entnehmen sind. Eine Vergleichung mit der auf **Taf. 37** Fig. 2 gezeichneten Construction zeigt, daß beide nach einerlei Grundsätzen zu beurtheilen sind, so daß wir uns auf das früher Gesagte beziehen können. Ueber die in Rede stehende Construction daher nur noch Folgendes.

Der halbkreisförmige Bogen besteht, in seinen verschiedenen Theilen, aus einer verschiedenen Anzahl von Dielenlagen. Zu unterst und bis zur ersten Zange, oder so weit der Bogen mit dem vertikalen Pfosten verbunden ist, liegen 7 Lagen über einander*); von da bis zu dem Bande zwischen der 6ten und 7ten Zange sind deren 8 angebracht; von hier bis zur 9ten Zange 6, und im Scheitel selbst 5; jede Dielenlage ist 0,055 Mtr. stark und 0,13 Mtr. breit. Die äußeren Blätter des Bogens sind von Eichenholz genommen, was sich ebenfalls leicht biegen ließ und in welches die Köpfe der Schraubenbolzen sich nicht eindrückten, so daß diese sehr fest angezogen werden konnten. Die vertikalen Stuhlpfosten sowohl, als die geraden Hauptsparren sind durch Verdoppelungen steifer gemacht, um sie gegen Verbiegungen zu schützen. Der vertikale Stuhlpfosten berührt die Mauer nicht, und obgleich die untersten Zangen über denselben hinaus verlängert sind, und um etwas in die Mauer reichen, so geschieht dies doch nur in der Art, daß die Binder an der Mauer keine andere Stütze finden, als daß sie dadurch in ihrer vertikalen Stellung erhalten werden. Die gezeichneten Details machen alles Uebrige deutlich. Fig. 3 zeigt den Fuß des Bogens und sein Auflager; Fig. 4 einen Durchschnitt vor der mit **A B** bezeichneten Zange in Fig. 1; Fig. 5 einen Durchschnitt durch den Scheitel des Bogens mit einem eisernen Zugbande; und Fig. 6 einen solchen über der untersten Zange **C D** in Fig. 4.

§. 79.

Alle bisher betrachteten Dächer waren Satteldächer, d. h. solche, die an den Enden durch vertikale Giebelwände geschlossen werden. Wir müssen daher noch einige Worte über die Verbindung dieser Giebelwände mit den Dachgerüsten anführen, während die Bildung der „Dachborde“ bereits im ersten Theile bei Gelegenheit der Dachdeckungen besprochen wurden, sowie auch der Fall, wenn die Giebelmauer über die Dachfläche hinausragt und sich ein „Dachanstoß“ bildet.

Ist der Dachgiebel eine Holzwand, so wird er durch ein Sparrenpaar begrenzt, welches durch die Wand selbst hinlängliche Unterstützung findet und gewissermaßen die Pfette für dieselbe bildet. Ist der Giebel von Mauerwerk construirt und reicht er über die Dachflächen hinaus, so liegt ein Sparrenpaar zunächst an der Giebelmauer und dieses wird gewöhnlich als Bindergespärre construirt, besonders dann wenn der Dachgiebel eine geringe Mauerstärke hat.

Sind Dachpfetten in dem Dachgerüste angeordnet, so werden diese mit dem Dachgiebel durch eiserne Anker verbunden.

Soll das Dach um ein oder mehrere Gebinde über den Giebel hinausreichen, so reichen auch die für diese Gebinde immer nöthigen Pfetten über die Giebelwand hinaus und werden häufig noch durch Kopfbüge oder Consolen von letzterem aus unterstützt.

Bei steilen Dächern wird es immer rathsam sein, diese überhängenden Gebinde mit Kehlbalken zu versehen, die aber, obgleich sie immer über den Pfetten liegen, doch mit den Sparren zangenartig zu verbinden sind. Im Innern des Daches sind von dem Giebel nach der Pfette gehende Kopfbüge mit Vorsicht anzuwenden, weil durch dieselben ein nachtheiliger Horizontalschub auf den Giebel ausgeübt werden kann.

Sind die Giebel nicht rechtwinklig zu den Fronten, so müssen die auf, oder zunächst an der Giebelwand liegenden Sparren auf ihrer Oberfläche schief behauen und die auf sie treffenden kürzeren Dachsparren mit ihnen durch Schiftung verbunden werden. Das Nähere hierüber geben wir indessen erst bei den Walmdächern, wohin diese Construction augenscheinlich gehört.

B. Pultdächer.

§. 80.

Alle bisher betrachteten Dachconstructionen können auch für Pultdächer angewendet werden, da diese, mit wenigen Abänderungen, ziemlich genau die Hälfte der Satteldächer darstellen.

Betrachten wir zunächst das einfache Sparrendach Fig. 1 **Taf. 44** als Pultdach, und nehmen an, daß die Sparren an ihrem oberen Ende bei **B** auf der Wandpfette aufliegen, so zerlegt sich die in **B** wirksame Vertikalpressung ½ **Q** in zwei Seitenkräfte **V** und **W**, von denen die erstere

*) Aus Versehen ist in den Figuren überall eine Dielenlage zu viel gezeichnet.

in die Richtung des Sparrens fällt, die andere aber senkrecht auf dieser Richtung steht. Wir haben daher

$$V = \frac{1}{2} Q \sin \alpha,$$

und

$$W = \frac{1}{2} Q \cos \alpha.$$

Letztere Pressung nach horizontaler und vertikaler Richtung zerlegt, gibt:

$$P = W \sin \alpha = \frac{1}{2} Q \cos \alpha \sin \alpha = \frac{1}{4} Q \sin 2\alpha$$

und

$$N = W \cos \alpha = \frac{1}{2} Q \cos^2 \alpha.$$

Der Pressung P hat die Wand oder Mauer CB mit ihrer Stabilität zu widerstehen, und zwar muß, wenn BC = h und das Gewicht der Wand = G gesetzt wird, die Gleichung

$$P h = (G + N) \frac{b}{2},$$

in welcher b die Breite oder Stärke der Wand bedeutet, stattfinden.

Bei A ergibt sich der Horizontalschub $S = V \cos \alpha = \frac{1}{4} Q \sin 2\alpha$, und dieser Spannung hat der Balken mit absoluter Festigkeit zu widerstehen, wenn seine Verbindung in C als fest angesehen werden kann; sonst würde dann diese Spannung eine Verschiebung des Balkens bewirken können.

Nehmen wir aber an, der Sparren liege an seinen oberen Enden nicht auf, sondern er lehne sich nur gegen die Wand BC, so zerlegt sich die Vertikalpressung ½ Q in zwei Seitenkräfte, von denen die eine in die Richtung des Sparrens fällt, die andere aber horizontal gerichtet ist, und wir haben nach Fig. 2 **Taf. 44**,

erstere $V' = \frac{1}{2} Q \operatorname{cosec} \alpha$

und die zweite $W' = \frac{1}{2} Q \operatorname{cotg} \alpha$,

und es muß die Wand BC jetzt der Pressung W Widerstand leisten, oder es muß, nach der früheren Bezeichnung,

$$W' h = G \frac{b}{2} \text{ sein.}$$

Abgesehen davon, daß früher die Pressung N der Stabilität der Wand zu Hülfe kam, was jetzt nicht der Fall ist, so ist auch W' größer als das frühere P. Dieser Unterschied läßt sich leicht berechnen; denn setzen wir für W und P die Werthe, so haben wir

$$W' - P = \frac{1}{2} Q \operatorname{cotg} \alpha - \frac{1}{4} Q \sin 2\alpha$$
$$= \frac{1}{2} Q \left(\frac{\cos \alpha - \cos \alpha \sin^2 \alpha}{\sin \alpha} \right)$$
$$= \frac{1}{2} Q \operatorname{cotg} \alpha (1 - \sin^2 \alpha)$$
$$= \frac{1}{2} Q \operatorname{cotg} \alpha \cos^2 \alpha.$$

Der Horizontalschub am Fuß des Sparrens oder S' wird jetzt $= V' \cos \alpha = \frac{1}{2} Q \operatorname{cotg} \alpha$, während das frühere $S = \frac{1}{4} Q \sin 2\alpha$ war, so daß sich hier für S' — S derselbe Unterschied ergibt, wie für W' — P.

Hieraus folgt, daß es unter allen Umständen vortheilhafter ist, den Sparren am oberen Ende immer ein gutes Auflager zu geben, und sie nicht etwa nur gegen die Wand zu stemmen. Dies gilt für alle Arten von Pultdächern und soll daher fortan auch immer vorausgesetzt werden.

§. 81.

Muß der Sparren in der Mitte unterstützt werden, und soll dies durch eine Strebe nach Fig. 3 **Taf. 44** geschehen, so ergibt sich, wie in §. 11 dieses Kapitels, in Bezug auf den Horizontalschub am Fuße der Sparren, die vortheilhafteste Stellung der Strebe, wenn der Winkel $\beta = 90^0$ gemacht, d. h. die Strebe vertikal gestellt wird. Indessen wird hierdurch der Balken auf unvortheilhafte Weise belastet, und außerdem wirkt eine schräg gestellte Strebe vortheilhaft für die Stabilität der „Hohenwand", wenn etwa ein starker Sturm auf die Dachfläche wirken kann. Deßhalb dürfte es, besonders für steile Dächer, die eine bedeutend hohe „Hohewand" bekommen und die den Einwirkungen des Sturmes besonders ausgesetzt sind, doch gerathen sein, dergleichen Streben schräg und zwar so zu stellen, daß sie mit dem Sparren einen rechten Winkel bilden. Fig. 4 **Taf. 44.**

Dieselben Rücksichten gelten auch dann, wenn die Stütze nur in einzelnen Bindergespärren vorkommt und eine Pfette trägt, auf welcher die Sparren der Leergebinde ihre Unterstützung finden.

Der Längenverband wird bei dem einfachen Sparrendache durch Sturm- oder Schwebelatten und bei dem Pfettendache durch Kopfbüge, die von den Pfosten nach den Pfetten gehen, hergestellt. Sollen die Sparren durch Kehlbalken unterstützt werden, so werden diese, nach Fig. 5 **Taf. 44**, gewöhnlich durch eine Stuhlwand gestützt, deren Pfosten eine schräge Stellung bekommen, um die Balken nicht in der Mitte zu belasten. Das hintere Ende der Kehlbalken findet in der Hohenwand sein Auflager, entweder auf einer Pfette oder Mauerlatte, oder auch wohl nur auf einem Wandriegel, je nach der Construction der Hohenwand selbst. Besteht diese aus Holz, wie es sehr häufig der Fall ist, so dürfte es am besten sein, korrespondirend mit den Bindersparren, stärkere Pfosten durch die ganze Höhe der Wand reichen zu lassen und an diese die Kehlbalken, nach Fig. 6 **Taf. 44**, mit einem schwalbenschwanzförmigen Blatte anzublatten, während sie am andern Ende auf dieselbe Weise mit dem Sparren verbunden werden. Diese Anordnung ist der, bei welcher die Hohewand aus zwei über einander gesetzten einzelnen Wänden besteht und die Kehlbalken zwischen Pfette und Saumschwelle liegen (Fig. 5) weit vorzuziehen. Besteht die Hohewand ganz aus Mauerwerk, so wird man die Kehlbalken auf eine Mauerlatte legen, die entweder auf einem Mauer-

absatze ruht, oder durch einzelne Pfosten wie eine Stuhlpfette unterstützt wird. Immer wird es aber gerathen sein, die Kehlbalken der Bindersparren mit der Mauer zu verankern. Sehr oft besteht aber die Hohewand aus einer Riegelwand, die auf 5 Zoll außerhalb mit Steinen verblendet oder „vorgemauert“ ist, und in diesem Falle muß man sie ganz als eine Holzwand behandeln, weil, wenn auch die Stabilität durch das vergrößerte Gewicht ebenfalls vergrößert wird, eine innige Verbindung zwischen Holz und Mauerwerk doch nicht vorausgesetzt werden kann.

§. 82.

Es wird nicht schwer halten, nach diesen kurzen Bemerkungen Pultdächer nach den besprochenen Constructionen anzuordnen, und auf **Taf. 44** sind in den Fig. 3—8 einige der am häufigsten vorkommenden Fälle gezeichnet; zu deren Erläuterung es keiner Worte weiter bedürfen wird.

Hiermit können wir diesen Gegenstand mit der Bemerkung verlassen, daß steile Pultdächer, deren Hohewand frei steht, immer eine mißliche Construction bleiben und daher möglichst vermieden werden sollten.

C. Walmdächer.

§. 83.

Sollen die bisher besprochenen Dächer als Walmdächer construirt werden, so sind, wenn die Sparren mit den Balken in unmittelbarer Verbindung stehen, für die Walmseiten Stichgebälke nöthig, deren Balken senkrecht auf die Walmseite gerichtet sein müssen. Zunächst ist dann die Horizontalprojection des *Anfallspunktes* zu bestimmen, um von dieser aus die der Gräte zeichnen zu können. Der Anfallspunkt liegt in der Firstlinie des Daches, und da man, wenn keine besonderen Gründe dagegen sprechen, den Walmseiten dieselbe Neigung gibt, wie den Dachlangseiten, so ist die Entfernung des Anfallspunktes von der Trauflinie der Walmseiten gleich der der Firstlinie von der Trauflinie der Langseiten. Hierbei ist natürlich die senkrechte Entfernung gemeint.

Durch die Anfallspunkte sind auch die *Anfallsgebinde* bestimmt; indem der Anfallspunkt immer an der der Walmseite zugekehrten Fläche des Anfallgebindes liegt, so daß wenn, in Fig. 1 **Taf. 45**, **a c b** die Horizontalprojection des Anfallsgebindes bezeichnet, der Anfallspunkt in c liegt. Dieses Anfallsgebinde muß bei allen Dächern mit liegenden Stühlen, und bei den einfachen Pfettendächern, ein Bindergespärre sein, während dies bei stehenden Dachstühlen nicht unbedingt nöthig ist.

Die Construction zwischen den beiden Anfallsgebinden eines Walmdaches zeigt durchaus nichts Besonderes, und wir haben es daher nur mit dem Walm selbst, d. h. mit dem Theile des Daches zu thun, der außerhalb der Anfallsgebinde liegt.

§. 84.

Im Allgemeinen bemerken wir nun, daß von den Ecken der Grundfigur und nach dem Anfallspunkte laufend, die Gratsparren angeordnet werden, welches die einzigen sind, die nicht senkrecht auf die Trauflinien gerichtet sind und daher eine andere Neigung gegen die Horizontale haben, als die übrigen Sparren. Ihre Länge und Neigung kann leicht gefunden werden wenn man bemerkt, daß sie die Hypothenuse eines rechtwinkligen Dreiecks bilden, dessen beide Catheten, die vertikale Dachhöhe und die Horizontalprojection der Gratlinie bilden. Hiernach läßt sich die Länge des Gratsparrens sehr leicht bestimmen.

Die Gratsparren bilden halbe Dachgebinde, da ihnen die Gegensparren fehlen; und da sie sich im Anfallspunkte nur *gegen* die vertikale Fläche des Anfallsgebindes und gegen einander lehnen, so ist, alle weitere Unterstützung außer Acht gelassen, der Horizontalschub an ihrem Fuße $= \frac{1}{2} Q' \cot g \alpha'$, wenn Q' die Gesammtbelastung des Gratsparren und α' seinen Neigungswinkel bedeutet. Jedenfalls sind Q' und $\cot g \alpha'$ größer als Q und $\cot g \alpha$ bei den übrigen Sparren, *und deßhalb ist es nothwendig, auf den Horizontalschub am Fuße der Gratsparren besonders Rücksicht zu nehmen.*

Da diese nun, bei der vorausgesetzten unmittelbaren Verbindung der Sparren mit den Dachbalken, immer in Gratstichbalken stehen, so sucht man diese gegen den Schub dadurch zu sichern, daß man sogenannte *Gratzangen* anordnet. Dies sind 2—3 Zoll starke Dielen, welche auf den Gratstichbalken gelegt, mit diesen verschränkt, noch über zwei oder drei ganze Balken hinweg geführt und mit diesen durch Kämme und starke eiserne Nägel verbunden werden. In diese Dielen werden die Gratsparren verzapft, so daß die Zapfen noch um etwas in die Gratstichbalken eingreifen.

Am oberen Ende der Gratsparren lehnen sich dieselben gegen einander und gegen das Anfallsgebinde, wo sie durch „Schiftung“ verbunden werden. Hier zerlegt sich die Vertikalpressung $\frac{1}{2} Q'$ zunächst in zwei Seitenkräfte, von denen die eine $V = \frac{1}{2} Q' \operatorname{cosec} \alpha'$ in die Richtung des Gratsparrens fällt, die zweite $W = \frac{1}{2} Q' \cot g \alpha'$ (Fig. 1 **Taf. 45**) aber in der Vertikalebene des Gratsparrens horizontal gerichtet ist. Letztere zerlegt sich wieder in zwei gleiche, rechtwinklig auf einander stehende, horizontal gerichtete Kräfte **P** und **Z** Fig. 1 **Taf. 45**, wovon die erste nach der Richtung der Firstlinie, die zweite in der Ebene des Anfallsgebindes wirkt. Ihre Größe bestimmt sich durch die Gleichung $W^2 = 2 P^2$, woraus

$$P = \frac{W}{\sqrt{2}} \text{ sich ergibt,}$$

oder

$$P = \frac{Q' \cot g \alpha'}{2 \sqrt{2}}.$$

Ist das Gebäude ein rechtwinkliges, so daß beide

Gratsparren gleich lang werden, so addiren sich die beiden Kräfte nach der Richtung der Firstlinie und die Kräfte Z heben einander auf. Ist aber der eine Gratsparren länger als der andere, was z. B. in Fig. 2 **Taf. 45** angenommen wurde, so ist auch Z′ größer als Z, und in diesem Falle ist eine gute Befestigung der Gratsparren im Anfallspunkte durch starke Nägel besonders anzurathen.

Die Kräfte P und P′ suchen das Anfallsgebinde aus seiner Vertikalebene zu drängen, was aber durch den Längenverband des Daches, durch den gegenüberliegenden Walm (wenn ein solcher vorhanden ist) und durch die Lattung oder Verschalung der Sparren verhütet wird.

Alle Sparren der Langseiten außerhalb des Anfallsgebindes, sowie die der Walmseite reichen nicht bis zur Firstlinie, sondern laufen gegen die Gratsparren aus, werden hier angeschiftet und heißen daher Schiftsparren. Die Länge derselben ergibt sich durch die Betrachtung, daß jeder Schiftsparren die Hypothenuse eines rechtwinkligen Dreiecks bildet, dessen Catheten seine eigene Horizontalprojection und die vertikale Entfernung seines Anfallspunktes über der Horizontalebene des Sparrenfußes sind.

Die Flächen, mit welchen sich die Gratsparren gegen einander und gegen das Anfallsgebinde, sowie die, mit welchen sich die Schiftsparren an den Gratsparren legen, heißen Schmiegflächen oder Schmiegen, und das praktische Verfahren, sowohl die Längen der Grat- und Schiftsparren, als die Gestalt dieser Schmiegen zu finden, nennt man in Bezug auf Dachconstructionen das Schiften.

§. 85.

Um das Schiften vornehmen zu können, ist eine Horizontalprojection des Daches nöthig, und diese bildet für den Zimmermann die Zulage oder der Werksatz.

Auf der ordnungsmäßig zusammengelegten Dachbalkenlage werden die First- und Gratlinien aufgeschnürt, wie dies in Fig. 3 **Taf. 45** durch die punktirten Linien angedeutet ist. Da der Anfallspunkt A in die Kante des Anfallsgebindes ABC fällt, so muß neben dieses Gebinde, in der Nähe des Anfallspunktes, ein Brettstück $\alpha\beta$ befestigt werden, auf welchem die, für die Schmiege der Gratsparren nöthigen, Zeichnungen gemacht werden können. Diese ergeben sich sehr leicht, wenn man die Hälfte der Breite der Gratsparren zu beiden Seiten der Gratlinien aufträgt und Parallelen mit den Gratlinien durch die bezeichneten Punkte mittelst Schnurschlägen, zieht.

Zunächst wird jetzt ein Lehrgebinde, etwa das Anfallsgebinde, „zugelegt" und mit Hülfe desselben die Längen der Grat- und Schiftsparren bestimmt. Dieses Lehrgebinde sei in Fig. 4 **Taf. 45** dargestellt, und aus der Spitze C desselben ein Perpendikel auf den Balken AB gefällt, wodurch die Mitte D des letzteren bestimmt wird. Von hier aus wird die Länge AE, in Fig. 3, von D nach E, Fig. 4, getragen, indem man den Balken AB durch ein angestoßenes Holzstück verlängert. Das für den Gratsparren bestimmte Holz wird nun so an die Punkte E und C Fig. 4 gelegt, daß die Oberkante desselben durch diese Punkte geht, und alsdann werden die Linien EE′ und CC′ aufgezeichnet. Nach der Linie CC′ wird das Holz immer abgeschnitten, unter der Linie EE′ läßt man aber noch so viel Holz stehen, um den Zapfen anarbeiten zu können. Durch diese Operation ist, wie man leicht sieht, die Länge des Gratsparrens bestimmt, und durch den Schnitt CC′ ist die sogenannte Lothschmiege (Senkelschmiege), sowie durch EE′ die Fußschmiege, d. h. die Fläche, mit welcher der Gratsparren auf der Dachbalkenoberfläche aufsteht, gefunden.

Ist der Gratsparren der eines Bohlendaches, so findet man seine Gestalt ganz auf dieselbe Art, wie man bei den Kreuz- oder Klostergewölben die Gräte findet; nämlich durch die Methode der sogenannten Vergatterung. Es sei ab Fig. 5 **Taf. 45** ein Sparren des Lehrgebindes eines solchen Daches, und cd die Länge des Gratsparrens in seiner Horizontalprojection. Die Grundlinie des Sparrens ab theile man in eine beliebige Anzahl, am besten, gleicher Theile, und in eben so viele die Linie cd. In diesen Theilpunkten errichte man Perpendikel und zwar die auf ac bis zur Peripherie des Sparrens. Macht man nun die auf cd errichteten Perpendikel beziehlig eben so lang als die auf ac errichteten, so geben die Endpunkte der ersteren, stetig verbunden, die verlangte Gestalt des Gratsparrens; und die Linien bc und dc bezeichnen zugleich die Richtungen der Loth- und Fußschmiegen.

Soll die Länge eines Schiftsparrens gefunden werden, so ist derselbe zunächst in der Horizontalprojection aufzuzeichnen, d. h. es wird seiner Breite entsprechend, ein Schnurschlag auf den betreffenden Balken gemacht, bis an die Schnurschläge, welche die Horizontalprojection des Gratsparrens darstellen. Hierbei stellt sich die Bequemlichkeit heraus, die dadurch erwächst, wenn man die Sparren an einer Seite bündig mit den Balken anordnet und nicht mitten auf den Balken stellt, was indessen bei den Gratsparren immer stattfindet. Ist nun FGHK Fig. 3 eine solche Horizontalprojection, und trägt man die Länge GK, in Fig. 3, von B nach F in Fig. 4, errichtet in F einen Perpendikel, so wird, wenn man vorher das für den Schiftsparren bestimmte Holz auf den Sparren BC Fig. 4 gelegt hat, durch die Linie GH die Länge und die Lothschmiege desselben bestimmt, während BB′ die Fußschmiege bezeichnet.

§. 86.

Die Oberfläche des Gratsparrens liegt sowohl in der Lang- als in der Walmseite des Daches; derselbe muß daher abgefas't, oder im Querschnitt rückenförmig ge-

staltet werden. Der Gratsparren wird, in der bis jetzt aufgefundenen Gestalt, in der Horizontalprojection an seinem Fuße die Gestalt haben wie sie in Fig. 6 **Taf. 45** bei **E** mit punktirten Linien gezeichnet ist. Man schnüre daher die Fußlinien der Sparren bis an den Gratfußpunkt **E** auf, und trage an der Fußschmiege des Gratsparrens die Entfernung **a b**, von dem vorderen Eck hereinwärts auf, und mache parallel mit der Oberkante desselben einen Schnurschlag **b′ c′**, so wird dies die Linie sein, nach welcher die Abfasung vorgenommen werden muß, wie dies der Querschnitt **Q** zeigt.

Durch die Lothschmiege ist sowohl an den Grat- als an den Schiftsparren nur die Richtung der Ebene der Schmiege gefunden, und die Gestalt der eigentlichen Anlehnungsfläche oder der Backenschmiege muß noch bestimmt werden. Es geschieht dies bei Grat- und Schiftsparren auf ganz ähnliche Weise, weßhalb wir hier das Verfahren an einem der letzteren zeigen wollen.

Es kommt darauf an, den Winkel mit welchem sich der Schiftsparren an den Gratsparren anlegt und der, in Fig. 7 **Taf. 45**, durch **H K G** in der Horizontalprojection gegeben ist, an den Schiftsparren richtig zu übertragen. Letzterer hat, nach den bisherigen Operationen, die in Fig. 8 **Taf. 45** (theilweise punktirt) gezeichnete Gestalt. Der Zimmermann legt nun das Winkeleisen so an den Punkt **K** Fig. 7, daß der eine Schenkel desselben mit der aufgeschnürten Linie **G K** zusammenfällt und bezeichnet das Maaß **K k** auf demselben; dann wird der unbezeichnete Schenkel des Winkeleisens an die Lothschmiege **K K′** Fig. 8 gelegt und an dieser so lange verschoben, bis der auf dem anderen Schenkel bezeichnete Punkt **K** in die Kante **K G** Fig. 8 fällt. Hierdurch ist der Punkt **k** in Fig. 8 so bestimmt, daß er lothrecht über **k** in Fig. 7 liegt; denn das Maaß **K k** Fig. 7 ist dem **k k′** in Fig. 8 gleich, und da **K K′** lothrecht steht, so ist auch **k k′** wie **K k** in Fig. 7 wagerecht. Jetzt wird das Winkeleisen an die Kante **G K** Fig. 8 gelegt und von **k** aus eine winkelrechte Linie **k h** Fig. 8 gezogen, auf welcher der Punkt **h** so bestimmt wird, daß man das Maaß **k h** aus Fig. 7 von **k** nach **h** in Fig. 8 trägt. Zieht man nun die Linie **K h** Fig. 8 bis **M**, und schneidet nach dieser und nach der Richtung der Lothschmiege **K K′** das Holzstück **M K M′ K′ L L′** fort, so ist die Backenschmiege gefunden die, wenn richtig verfahren wurde, genau an den Gratsparen sich anlegen wird. Die Richtigkeit des Verfahrens wird durch einen Blick auf Fig. 9 **Taf. 45** noch deutlicher werden.

Daß es bei der hier beschriebenen Methode des Schiftens, ganz gleichgültig ist ob das Gebäude recht- oder schiefwinklig geschlossen ist, die beiden Gradsparren eines Walmes daher gleich oder ungleich lang sind, leuchtet ein; und deßhalb sollen auch die übrigen, hie und da unter den Zimmerleuten üblichen Methoden des Schiftens hier übergangen werden; bemerken müssen wir aber noch, daß wenn die Walmseite denselben Dachwinkel hat, wie die Langseite, alsdann die Schifter der Walmseite auch auf dem Lehrgebinde der Langseite abgeschiftet werden können, daß wenn die Walmseite aber eine andere Neigung gegen den Horizont hat, alsdann auch ein besonderes, diesen Winkel darstellendes Lehrgebinde für die Schifter der Walmseite zugelegt werden muß.

Daß es ferner für das Schiften der Sparren durchaus gleichgültig ist, auf welche Weise, oder wie oft die Sparren unterstützt sind, und ob sie zu einem steilen oder zu einem flachen Dache gehören, leuchtet ebenfalls ein, so daß wir auf das Schiften bei den Walmdächern nicht wieder zurückzukommen brauchen. Vorausgesetzt haben wir aber bis jetzt immer noch, daß beide Hauptfronten des zu bedachenden Gebäudes parallel sind, weil sonst windschiefe Dachflächen entstehen würden, von denen wir später reden wollen.

§. 87.

In Bezug auf die Construction der Walme ist im Allgemeinen zu bemerken, daß die Gratsparren halbe Gebinde darstellen und zwar immer halbe Bindergespärre, wenn überhaupt Bindergespärre in dem Dache vorhanden sind. Diese beiden Gratgespärre durchschneiden sich in einer durch den Anfallspunkt gehenden Vertikallinie, und wenn horizontale Verbandstücke, wie Zangen oder Spannriegel, in denselben vorhanden sind, so müssen diese in ihrem Kreuzungspunkte eine Unterstützung finden, und deßhalb haben wir früher die Regel aufgestellt, daß in diesem Falle das Anfallsgebinde immer ein Bindergespärre sein muß. Ist die Walmseite lang, d. h. das Gebäude tief, so ist hier gewöhnlich auch ein Binder nöthig, der dann in der Mitte seinen geeignetsten Platz findet, obgleich es sonst einige Unbequemlichkeiten verursacht, wenn gerade in der Mitte der Walmseite ein Sparren vorhanden ist, weil dann drei Sparren im Anfallspunkte zusammenstoßen, auch die Anbringung einer Dachluke, die man, wenn sie überhaupt nöthig wird, gern in der Mitte der Walmseite anordnet, nicht ohne Unbequemlichkeit hier angelegt werden kann.

Kommen drei Sparren im Anfallspunkte zusammen, so thut man am besten, dieselben nicht alle drei bis an diesen Punkt reichen zu lassen, wie es Fig. 10 **Taf. 45** darstellt, sondern nur die beiden Gratsparren, und den mittleren entweder nach Fig. 11 an diese anzuschiften, oder nach Fig. 12, zwischen die beiden Gratsparren einen Wechsel einzusetzen und in diesen den dritten Sparren einzuzapfen.

Ein ganz ähnliches Verfahren beobachtet man in Beziehung auf die Zangen und Brust- oder Spannriegel; indem man nämlich, bei einer regelmäßigen Grundfigur, gewöhnlich die beiden Gratspannriegel oder Zangen nach

Fig. 14 **Taf. 45** in den Spannriegel ꝛc. des Anfallsgebindes **einsetzt**, zwischen diese einen Wechsel anordnet und in diesen den mittleren Spannriegel zapft, oder, besonders bei unregelmäßigen Grundfiguren, nach Fig. 13 den mittleren Spannriegel in den des Anfallsgebindes zapft, zwischen diesen Hölzern ein Paar Wechsel anbringt und in letzteren die Gratspannriegel befestigt. Ist das Gebäude so tief, daß mehr als ein Binder auf der Walmseite angeordnet werden müssen, so sind auch auf der Langseite, zwischen dem Anfallsgebinde und dem Eck des Gebäudes, Binder nöthig, die natürlich noch weniger als die Hälfte eines Gespärres darstellen. Sind in diesem Falle Kehlbalken oder Spannriegel vorhanden, so werden die der eben erwähnten Binder in die der Gratgebinde verzapft, wobei man dann nur darauf zu achten hat, daß die von der Lang- und von der Walmseite kommenden Hölzer nicht in einem Punkte des Gratspannriegels ꝛc. zusammentreffen, um diesen nicht zu sehr zu schwächen. Daß, wenn auch in den Leergebinden Kehlbalken vorhanden sind, für diese ein Stichgebälk, ganz ähnlich wie im Hauptdachgebälk, angeordnet werden muß, versteht sich von selbst.

Ist das Dach ein reines Pfettendach ohne Stuhl, so muß, wie schon bemerkt, das Anfallsgebinde ein Bindergespärre sein, an welches die Hauptsparren der Gratgebinde gerade so angeschiftet werden, wie dies in §. 85 dieses Kapitels bei den Dachsparren gezeigt wurde.

Hat das Dach einen einfachen Walm, so daß nur zwei Gratsparren sich im Anfallspunkte vereinigen, so bleibt die Construction am einfachsten so wie eben beschrieben, ist aber der Walm gebrochen wie in Fig. 1 **Taf. 46**, so kommt man einfacher zum Ziel, wenn man in dem Anfallsgebinde eine Art Hängsäule anordnet, für welche die Hauptsparren die Streben bilden, und von dieser aus die Gratsparren durch Büge unterstützt, hat hierbei das Dach nur eine mittlere Pfette, so kann man die Hauptsparren in den Gratgebinden ganz fortlassen und die Pfetten unmittelbar durch die erwähnten Büge unterstützen, nur muß man dann Sorge tragen, daß der Fuß der Hängsäule nicht ausweichen kann. Sind indessen mehrere Pfetten zwischen den Endpunkten der Sparren vorhanden, so wird es wieder einfacher, wenn man Hauptsparren in den Gratgebinden anordnet und diese von der gedachten Hängsäule aus unterstützt. Diese Hauptsparren dürfen aber nur so lang sein, daß sie die obere Pfette noch stützen (vergl. Fig. 6 und 7 **Taf. 46**).

§. 88.

Stehen die Sparren des Daches nicht in unmittelbarer Verbindung mit den Dachbalken, ist also das Dach etwa mit einem „Kniestocke" construirt, wie das auf **Taf. 47** dargestellte, so muß man unter den Gratsparren eine Art liegender Stuhlsäule anordnen, die dem größeren Horizontalschube derselben entgegenwirkt, auch dann, wenn das Dach einen stehenden Stuhl hat. Dieselbe geht dann von einem, gut gegen das Ausweichen gesicherten, Gratstichbalken aus und ist mit dem Gratsparren versatzt. Ist der Gratsparren sehr lang und das Dach flach, so umfaßt man den Fuß des Gratsparrens auch wohl noch mit einer, aus zwei horizontalen Hölzern gebildeten, Zange, welche die eben gedachte schräge Stütze umfaßt und mit Hülfe derselben ein festes Dreieck bildet.

Die Dach- und Stuhlpfetten, welche in gleicher Höhe auch auf der Walmseite herumlaufen, werden gewöhnlich an den Ecken unter den Gratsparren nur stumpf auf die Kehrung zusammengeschnitten, und die Verbindung durch ein umgelegtes eisernes Band, oder durch eine übergeschlagene Klammer verstärkt. Bei einem Pfettendache geschieht dieser Zusammenstoß auf den Hauptsparren der Gratgebinde, und es sind letztere auf die erwähnte Art durch eine schräg stehende Stütze zu unterstützen, die, wenn diesen Sparren kein gegen den Horizontalschub ganz gesicherter Stand gegeben werden kann, von dem Eck des Gebäudes ausgehen muß, sonst aber auch von der früher erwähnten, im Anfallsgebinde angeordneten, mittleren Hängsäule ausgehen kann.

Bei Stuhldächern geschieht der Zusammenstoß der Stuhlpfetten immer über einer Stuhlsäule, die dann einen Winkelzapfen erhält. Bei liegenden Stühlen steht der Stuhlpfosten in dem gehörig gesicherten Gratstichbalken oder, wenn bei einem Kniestock gar kein Stichgebälk vorhanden ist, auf einem über zwei bis drei Balken in der Richtung des Gratbalkens gestreckten Schwellstücke. Eben ein solches Schwellstück, nur senkrecht über die Balken gestreckt, dient den Pfosten stehender Stühle in dem Falle zur Basis, wenn der Eckpunkt zweier Pfetten über den Zwischenraum zweier Dachbalken trifft. Ein solches über zwei bis drei Balken reichendes Schwellstück, ist jeden Falls einem zwischen die Balken eingesetzten Wechsel vorzuziehen.

Nach diesen Bemerkungen wird es nicht schwer halten in alle den Fällen, in welchen eine von unten unterstützte Dachbalkenlage vorhanden ist, ein Walmdach anzuordnen, auch wenn dies ein Mansardedach oder ein Pultdach wäre, und eine aufmerksame Betrachtung der auf **Taf. 46** und **47** dargestellten Zeichnungen wird die dargestellten Constructionen so deutlich machen, daß wir keine Worte weiter darüber zu verlieren brauchen.

Darauf müssen wir aber noch aufmerksam machen, daß es immer gerathen sein wird ein Walmdach, dessen Sparren nicht in die Dachbalken eingestellt werden können, als Kehlbalkendach zu construiren, weil die Schiftsparren immer einen bedeutenden Horizontalschub ausüben, wenn sie nicht durch zangenartige Kehlbalken daran gehindert werden.

Auch wenn halbe Walme dargestellt werden sollen, ist das Verfahren dem beschriebenen ganz analog, nur muß

hier Alles auf das Kehlgebälk bezogen werden, was früher für das Hauptdachgebälk galt.

§. 89.

Soll über einer freien, nicht von unten unterstützten Balkenlage ein Walmdach construirt werden, so wird man es wohl immer mit einem Hängwerksdache zu thun haben. In einem solchen Falle wird es dann fast immer räthlich sein, das Hängwerk so anzuordnen daß, wenigstens in dem Anfallsgebinde, eine mittlere Hängsäule vorhanden ist, weil auf die Mitte des Haupttramens dieses Gebindes die Abstützung des Walmes am bequemsten geschieht, und diese daher einer möglichst unmittelbaren Unterstützung bedarf. Aus diesem Grunde ist es auch gerathen, die Hängwerksstreben in diesem Gebinde etwas stärker zu nehmen, als in den übrigen Bindern, weil sie den Walm mit zu tragen haben.

Da es in Verbindung mit einem Hängwerke, wie wir früher gesehen haben, immer am vortheilhaftesten ist, ein Pfettendach zu construiren, so wird man, bei einem Walmdache, ebenfalls ein solches Dach vorziehen; und es kommt dann nur darauf an, die Eckpunkte in welchen die Pfetten auf den Gratlinien zusammen treffen, gehörig zu unterstützen. Dies kann auf zweierlei Art geschehen.

Entweder ordnet man über den Horizontalprojectionen der Gratsparren Hängwerke an, d. i. über den Linien A C und C B, Fig. 1 **Taf. 50**, oder man legt in der Mitte der Breite des Walms, etwa über D E, ein Hängwerk parallel mit den übrigen durch, welches dann natürlich im Allgemeinen die Gestalt eines doppelten Hängbocks haben wird. Oder hat man keine mittlere Hängsäule im Anfallsgebinde, sondern überhaupt nur zwei Hängsäulen, so werden unter den von M und N (Fig. 1 **Taf. 50**) ausgehenden und mit der First parallelen Linien Unterzüge oder Träger vorhanden sein, und man kann dann diese benützen, um auf ihnen Hängwerke aufzustellen, welche die Punkte M und N unterstützen.

Die erstgenannte Construction verlangt, daß man für die diagonal gelegten Hängwerke, Gratbalken von der Horizontalprojection des Anfallspunktes bis in die Gebäudeecken anordnet, die für die diagonalen Hängwerke als Haupttramen auftreten. Diese finden auf der Mitte des Haupttramens vom Anfallsgebinde immer ein mangelhaftes Auflager, was nur durch Zuhülfenahme von bedeutenden Eisenconstructionen einigermaßen gesichert werden kann. Die Beschaffung eines sicheren Auflagers an dieser Stelle wird auch dadurch erschwert, daß in den meisten Fällen noch der Haupttramen eines dritten Hängwerks, über der Linie F C Fig. 1 **Taf. 50**, hier ein Auflager erhalten muß, da ein solches Hängwerk zur Unterstützung der Pfetten auf der Walmseite fast immer nöthig sein wird. Es ist daher die Anordnung mit diagonal gestellten Hängwerken *möglichst zu* umgehen, und nur etwa dann anzuwenden, wenn die unregelmäßige Gestalt des Walms eine andere Disposition nicht zuläßt; in welchem Falle gewöhnlich nichts anderes übrig bleibt, als über der Horizontalprojection jedes Gratsparrens ein Hängwerk zu errichten.

Die zweite Construction führt gemeiniglich leichter zum Ziele. Der Haupttramen des Hängwerks über E D Fig. 1 findet sein Auflager, wie alle übrigen, auf den Umfangsmauern des Gebäudes, und ist die Entfernung zwischen den durch dieses Hängwerk unterstützten Punkten M und N noch zu groß, so gibt ein über F C angeordnetes Hängwerk die beste Gelegenheit, den Punkt O zu unterstützen. Alsdann kann man auch den doppelten Hängbock über E D (bei durchgehenden Haupttramen) in zwei einfache verwandeln, wodurch die Construction an Unverschieblichkeit und daher an Festigkeit gewinnt.

Ist in dem Dachverbande auf jeder Dachlangseite nur eine Pfette vorhanden, so bedürfen die Gratgebinde keiner Hauptsparren, eben so der über F C Fig. 1 **Taf. 50** anzuordnende Binder nicht; denn es kommt ja dann nur auf die Unterstützung der einen Pfette an. Sind aber mehrere Pfetten vorhanden, wie dies namentlich bei einer Bretterverschalung unter dem Deckmaterial der Fall zu sein pflegt, so dürfen die Hauptsparren nicht fehlen, die dann durch die Hängwerke unterstützt werden und ihrerseits wieder den Pfetten ein Auflager gewähren.

Ist für die Hauptbalken des Daches überhaupt nur eine Unterstützung nöthig, also überhaupt nur eine mittlere Hängsäule vorhanden, wie in Fig. 1 **Taf. 48**, so wird aus dem Hängwerke über E D Fig. 1 **Taf. 50** ein Binder mit liegendem Dachstuhle; denn die Hängsäulen bei M N werden nun entbehrlich, und der Hauptbalken E D erhält seine Unterstützung durch die in O angeordnete Hängsäule des Hängwerks über F C, während die Enden der Pfette auf der Dachlangseite, auf dem Spannriegel des Binders E D, ein Auflager finden; (vergl. Fig. 2 **Taf. 48**).

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen über die Construction von Walmdächern in Verbindung mit Hängewerken, dürfte man im Stande sein, unter aufmerksamer Erwägung der jedesmaligen Umstände, ein solches Dach zu construiren, wenn wir es auch keineswegs läugnen wollen, daß die Aufgabe, besonders bei weit gespannten Dächern, immer zu den schwierigen gehört, und alle Umsicht und Gewandtheit des Constructeurs erfordert. Alle möglicher Weise vorkommenden Fälle können wir hier indessen nicht besprechen und müssen uns auf das Allgemeine über die Anordnung solcher Dächer beschränken, dem wir auf **Taf. 48** und **49** ein Paar Beispiele, die das Gesagte näher erläutern beifügen wollen.

§. 90.

Auf **Taf. 48** ist ein solches Dach, über einen 36—40 Fuß tiefen Raum, mit einer mittleren Hängsäule

angestellt. Die Haupttramen der Bindergespärre dienen als Unterzüge für die, der Länge des Gebäudes nach liegenden, Dachbalken, ein ringsum laufendes Stichgebälk trägt eine Sparrenschwelle, fängt den Schub der Schiftsparren auf und dient zur Bildung einer weit vorragenden Dachtraufe.

Wie das Anfallsgebinde Fig. 3 und die Horizontalprojection Fig. 1 zeigen, sind die Hängstreben durch eine doppelte, kehlbalkenartige Zange gestützt, welche mit diesen Streben, der mittleren Hängsäule und den Dachsparren verbolzt ist, und eine mittlere Dachpfette trägt. In den Gratgebinden sind keine Hauptsparren vorhanden, und das End der Dachpfetten wird durch den ebenfalls doppelten, zangenartigen Spannriegel des, in Fig. 2 dargestellten, Binders über **D E** Fig. 1 gestützt. Dieser Spannriegel wird durch zwei liegende Stuhlpfosten und durch die Hängsäule des, in der Mitte der Walmseite, auf dem mittleren Balken aufgestellten, einfachen Hängbocks getragen. Auf diesem Spannriegel findet auch die doppelte Pfette, welche durch die ganze Länge des Daches reicht und mit den Hängsäulen der Binder verbolzt ist, ein Auflager; und auf den Enden dieser Doppelpfette und denen der Dachpfetten liegt die Dachpfette der Walmseite, die ihrerseits daher um eine Holzstärke höher liegt. Das eben Gesagte wird aus der Betrachtung der Fig. 2 und 4, von denen letztere einen Theil des Längendurchschnittes darstellt, deutlich werden. Die Gratsparren stehen nur auf kurzen Gratstichbalken und der Fuß derselben ist daher durch eine, über drei der Dachbalken hinwegreichende und hier verbolzte, eiserne Schiene gegen den Horizontalschub gesichert. Diese Schiene ist in der Horizontalprojection Fig. 1 angedeutet. Die Hängsäule ist an ihrem Kopfe mit den früher erwähnten Laschen versehen, um die, zugleich als Hauptsparren auftretenden, Hängstreben unmittelbar gegen einander stemmen zu können, wie dies die Detailfigur auf **Taf. 48** nachweist.

Auf **Taf. 49** ist ein Walmdach ähnlicher Construction, über einen 60 Fuß tiefen, freien Raum dargestellt. Die Binder enthalten zwei doppelte Hängsäulen und die Dachsparren sind zweimal zwischen ihren Enden durch Zwischenpfetten unterstützt. Eine Dachbalkenlage ist nicht vorhanden und auf den Tramen der Hängwerke liegen zwei, die ganze Länge des Gebäudes durchziehende Träger, welche aber nur des Längenverbandes wegen, und um die für den Walm nöthigen Hängwerke aufstellen zu können, angeordnet sind.

Da mehr als eine Dachpfette vorhanden ist, so mußten auch, sowohl in den Gratgebinden als in den Bindern des Walms, Hauptsparren angeordnet werden, von denen die letzteren sich an die der Gratsparren anschiften.

Der mittlere Binder auf der Walmseite wird durch ein Hängwerk gestützt, dessen Ebene mit der des Anfallsgebindes parallel ist, wie der Durchschnitt Fig. 4 dieses zeigt, während die übrigen Binder des Walms Hängwerke haben, deren Ebenen parallel mit der First des Daches sind. Die Hängsäule des erstgedachten Hängwerks dient nur zur Unterstützung des Hauptsparrens des mittleren Walmbinders, und ist daher mit ihrem Haupttramen auch nur durch einen Zapfen verbunden, welcher sie in ihrer vertikalen Stellung erhalten soll.

Die mittlere, nur bis zu dem zangenartigen Spannriegel reichende, Hängsäule sämmtlicher Binder ist hauptsächlich wegen des Längenverbandes des Daches angeordnet, wie dies der Längendurchschnitt Fig. 3 zeigt. Auf den Spannriegeln liegt, mit den eben erwähnten Hängsäulen verbolzt, eine Doppelpfette, und zwischen dieser und der Firstpfette ist eine Reihe Andreaskreuze angeordnet.

Alles Uebrige dieser Construction dürfte aus den Figuren auf **Taf. 49** deutlich zu entnehmen sein, denn auch das Detail der Hauptverbindungen ist in den Fig. 5, 6 und 7 nach größerem Maaßstabe ausführlich dargestellt.

§. 91.

Die Walmdächer haben überhaupt ihre Vor- und Nachtheile, und über diese daher noch einige Worte. Als Vortheil wird angeführt, daß die Walme die hohen Giebel, welche, dem Wetter sehr ausgesetzt, schwer in gutem Stande zu erhalten sind, entbehrlich machten; was besonders bei freiliegenden Holz- oder Fachwerksgiebeln von Bedeutung sei, indem nicht nur die Zerstörung dieser Giebel schwer zu verhüten wäre, sondern auch der Sturm an ihnen eine bedeutende Angriffsfläche finde, und so auf die Construction des ganzen Gebäudes nachtheilig einwirken könne. Ferner sollen die Walme (natürlich unter der Voraussetzung, daß sie das Gebäude an beiden Enden schließen) den Längenverband des Daches durch ihr Gegeneinanderstreben bedeutend verstärken.

Beide Vortheile müssen im Allgemeinen zugegeben werden. Die sehr hohen Dachgiebel verschwinden aber immer mehr, indem man eben die Dächer nicht mehr so hoch macht, nachdem man durch Erfahrung einsehen gelernt hat, daß man Ziegeldächer auf $1/3$, ja bei vorzüglichem Material auf $1/4$ eindecken kann. Da ferner bei einem Walme die Erleuchtung des Dachraumes nicht mehr durch Giebelfenster bewirkt werden kann, so ist man zur Anlage von Dachfenstern genöthigt, die ebenfalls schwer gegen das Einregnen zu schützen sind und alljährlicher Reparaturen bedürfen.

Auf einen Walm kann der Sturmwind allerdings nicht mit der Gewalt einwirken, als auf eine lothrechte Giebelwand, indessen tritt nun eine größere Feuersgefahr für das Dach ein, da jetzt alle Seiten des Gebäudes bei einem entstehenden Brande dem Flugfeuer gleich stark aus-

gesetzt sind, welche Gefahr bei Giebeln nur auf zwei Seiten stattfindet.

Die Verstärkung des Längenverbandes durch die Walme muß ebenfalls zugegeben werden; doch nicht in der Ausdehnung, als man vielleicht anzunehmen geneigt ist. „Hoffmann“ (in seiner Hauszimmerkunst) will wenigstens durch die Erfahrung bestätigt gefunden haben, daß die Walme bei langen Gebäuden nicht gegen Längenverschiebungen sichern, und gibt an, daß man auf die Walme nur noch so lange rechnen könne, als die Länge der Firstlinie zwischen den beiden Anfallspunkten die Hälfte der Länge des ganzen Gebäudes nicht übertreffe.

Als Nachtheile der Walme müssen wir anführen, daß sie jedenfalls eine weniger einfache Construktion zulassen, die Uebelstände der Dachtraufe an allen Seiten des Gebäudes hervorrufen, die Anlage von Dachfenstern nothwendig machen, und den Dachraum bedeutend (bei Winkeldächern um $\frac{1}{12}b^3$, wenn b die Tiefe des Gebäudes bezeichnet), schmälern, und endlich die Anlage von Giebelzimmern unmöglich machen.

Hiernach wird man, wenn nicht ganz besondere Umstände dafür sprechen, die Walme fortlassen und statt ihrer gerade Giebel construiren. Ganz besonders aber bei Dächern mit Hängwerken, oder bei solchen ohne durchgehende Hauptbalken. Im letzteren Falle würde nichts anderes übrig bleiben, als an den Ecken der Gebäude besondere starke Strebepfeiler aufzuführen, um dem bedeutenden Schube der Gratgespärre Widerstand zu leisten.

D. Zeltdächer.

§. 92.

Das **Zeltdach** entsteht aus dem Walmdache, wenn beide Anfallspunkte zusammen fallen und die Firstlinie verschwindet.

Gehen wir hierbei nun auf die verschiedenen Formen der Satteldächer zurück, so haben wir Zeltdächer mit ebenen, geraden Dachflächen, oder die **eigentlichen Zeltdächer**; dergleichen mit gebrochenen Dachflächen, die den Namen **Hauben**- oder **Helmdächer** erhalten haben; endlich dergleichen Dächer mit stetig gekrümmten Dachflächen, aus denen die **Kuppeln** entstehen, wenn wir die Anzahl der einzelnen Walmflächen unendlich groß, deren Grund- oder Trauflinien aber unendlich klein annehmen, so daß die Gräte zwischen ihnen verschwinden und die Grundfigur eine geschlossene stetig gekrümmte Curve wird.

Im Allgemeinen bemerken wir, daß Zeltdächer gewöhnlich nur über Gebäuden vorkommen, deren Grundfiguren regelmäßige, gleichseitige Vielecke bilden und die [illegible]n also nur über kreisförmigen Gebäuden.

a) Zeltdächer mit ebenen Dachflächen.

§. 93.

Diese Dächer stellen im Allgemeinen Pyramiden dar; und nehmen wir vorläufig eine solche aus festen Seitenwänden gebildet an, so können wir, ähnlich wie bei den prismatischen Satteldächern, die Umstände untersuchen, unter welchen eine solche Pyramide auf ihrer Unterlage um eine der Seitenlinien der Grundfigur gekantet, oder auf der Unterlage verschoben werden wird.

Fig. 2 **Taf. 50** stelle eine solche Pyramide auf quadrater Grundfläche dar; die Seite dieses Quadrats werde mit **b** und die Höhe der Pyramide mit h bezeichnet. Nehmen wir ferner als äußere Kraft den Wind an, der in einer Vertikalebene senkrecht auf eine der Umfangsseiten der Pyramidenbasis wirksam ist und die Seitenfläche der Pyramide normal trifft, so ist, wenn **l** die Seite der Pyramide in einem lothrechten Durchschnitte durch die Spitze bezeichnet, $\frac{1}{2}bl$ die Fläche, auf welche der Wind drückt. Nennt man den Druck des Windes auf die Flächeneinheit **k**, so ist, wenn **P** den Gesammtdruck auf eine der Seitenflächen bezeichnet,

$$P = \tfrac{1}{2}kbl,$$

und die Resultante der Kräfte k geht durch den Schwerpunkt der Seitenfläche der Pyramide. Ihr Hebelsarm p, in Bezug auf die gegenüberliegende Drehkante, ist daher

$$= \frac{l}{3} - b\sin\varphi = \frac{l}{3} - \frac{b^2}{2l};$$

daher das Moment von P oder

$$Pp = \tfrac{1}{2}kbl\left(\frac{l}{3} - \frac{b^2}{2l}\right) = \frac{kb}{12}(2l^2 - 3b^2).$$

Setzt man ferner das Gewicht des Daches gleich dem der Pyramidenoberfläche und bezeichnet γ das Gewicht der Quadrateinheit dieser Oberfläche, so ergibt sich das Gewicht des Daches $= 2bl\gamma$ und das Moment desselben auf dieselbe Drehkante bezogen $= \gamma b^2 l$. Das Dach ist daher im Begriff umgekantet zu werden, wenn

$$\frac{kb}{12}(2l^2 - 3b^2) = \gamma b^2 l \text{ oder}$$

$$k = \frac{12\gamma bl}{2l^2 - 3b^2} \text{ wird.}$$

Bezeichnet man ferner mit k′ die Größe einer zweiten Windeskraft, welche ein Verschieben der Pyramide bewirken will und mit P′ die Gesammtwirkung auf eine Seitenfläche der Pyramide, so hat man

$$P' = \tfrac{1}{2}k'bl.$$

Diese Kraft im Schwerpunkt der Seitenfläche, nach horizontaler und vertikaler Richtung zerlegt gedacht, gibt aus der Proportion

$$H : P' = h : l,$$

Composante nach horizontaler Richtung

$$H = P\frac{b}{l},$$

nach vertikaler Richtung, aus der Proportion

$$V : P' = \frac{1}{2} b : l,$$

Composante

$$V = P'\frac{b}{2l}.$$

Nennt man nun den Reibungscoeffizienten f, so ist Dach im Begriff verschoben zu werden, wenn

$$H = f(V + 2\gamma b l), \text{ oder}$$

$$\frac{P'h}{2} = f\left(\frac{P'b}{2l} + 2\gamma b l\right) \text{ wird.}$$

Setzen wir für P' seinen Werth $\frac{1}{2} k' b l$, so findet sich

$$k' = \frac{8 f \gamma l}{2h - bf}.$$

Drückt man h durch nb aus, so ist

$$l^2 = \frac{4h^2 + b^2}{4} = \frac{b^2}{4}(4n^2 + 1),$$

es ergibt sich

$$k' = \frac{4 f \gamma \sqrt{4n^2 + 1}}{2n - f},$$

auf ganz dieselbe Weise

$$k = \frac{12 \gamma \sqrt{4n^2 + 1}}{4n^2 - 5}.$$

Das Verhältniß der beiden Kräfte, von denen die eine Umkanten, die andere ein Verschieben zu bewirken strebt, daher

$$\frac{k}{k'} = \frac{3(2n - f)}{f(4n^2 - 5)}.$$

Setzt man $f = \frac{1}{3}$, so wird

$$\frac{k}{k'} = \frac{3(6n - 1)}{4n^2 - 5},$$

es wird

$$k = k', \text{ wenn } n = 4{,}6.$$

. die Gefahr des Umkantens oder Verschiebens ist gleich , wenn die Höhe der Pyramide die Seite des Grundrats etwa um das 5fache übertrifft. Ist die Höhe er, so ist auch die Gefahr gegen das Umkanten größer umgekehrt. Vorläufig soll hier nur bemerkt werden, selbst sehr schlanke Thurmspitzen die angegebene Höhe erreichen*), und bei denselben daher keine Gefahr in ehung auf das Umkanten stattfindet.

Wir hatten oben für den Hebelsarm der Kraft zum anten die Gleichung

$$p = \frac{1}{3} l - \frac{b^2}{2l},$$

und es wird jeden Falls das Umkanten ganz unmöglich, wenn p = o wird. Die Gleichung

$$\frac{1}{3} l - \frac{b^2}{2l} = o$$

führt aber, wenn für l der Werth $\frac{b}{2}\sqrt{4n^2 + 1}$ gesetzt wird, auf $n = \frac{1}{2}\sqrt{5} = 1{,}118$. Wird n noch kleiner, so wirkt k auf Drehung im entgegengesetzten Sinne, d. h. die Kraft drückt das Dach noch fester auf seine Unterlage.

Man sieht hieraus, daß man die Zeltdächer wie die Satteldächer, nur gegen das Verschieben auf ihrer Unterlage zu sichern hat, und vor dem Umkanten derselben keine Besorgniß zu hegen braucht.

§. 94.

Hat man ein Zeltdach von gewöhnlicher Höhe zu construiren, und ist die Grundfigur desselben ein regelmäßiges Vieleck von einer geraden Seitenzahl, so thut man am besten, über jeder Diagonale ein Gratgebinde aufzustellen, und die Sparren der Fronten an diese anzuschiften. In der Spitze des Daches kommen immer mehr als zwei Gratsparren zusammen, und um hier, bei den entstehenden kleinen Schmiegflächen derselben, nicht alle Festigkeit zu verlieren, bringt man einen vertikal gestellten Pfosten, einen sogenannten Kaiserstiel oder eine Helmstange an, in welchen die Gratsparren eingezapft oder auch wohl versatzt werden. Diese Helmstange muß deßhalb, wenigstens an ihrem oberen Theile, so viele, senkrecht auf die Horizontalprojektionen der Gratsparren gestellte, Vertikalflächen haben, als Gratsparren überhaupt vorhanden sind. Der Kaiserstiel braucht übrigens nicht durch die ganze Dachhöhe zu reichen, sondern kann in der Höhe des Kehlgebälks aufhören und hier, wenn es erforderlich ist, als eine Art Hängsäule dienen.

Die Gratgebinde durchdringen sich alle in der lothrechten Achse des Kaiserstiels, und damit die etwa vorhandenen Zangen oder Kehlbalken in ihrem Kreuzungspunkte nicht überschnitten zu werden brauchen, so legt man sie in verschiedene Höhen und verkämmt sie nur in einander. Tragen diese Verbandstücke Pfetten für die Frontsparren, so müssen die Pfetten auf den tiefer liegenden Kehlbalken 2c. unterfuttert werden, was keine besonderen Schwierigkeiten macht.

Da die zuerst erwähnten Gratgebinde das ganze Dachgerüst tragen, so müssen dieselben solide construirt werden und wo möglich fest verbundene Dreiecke bilden. Es wird daher immer vortheilhaft sein, in den Diagonalen der Grundfigur wenigstens zwei durchgehende Balken anzuordnen, welche eben so vielen Gratgebinden als Basis dienen; und wenn die übrigen Umstände es erlauben, so legt man diese Balken in verschiedene Höhen, um sie im Kreuzungspunkte nicht durch Ueberschneidungen zu sehr zu schwächen. Ist dies

*) Die Spitze des im Jahre 1842 abgebrannten, sehr schlanken mes der Petrikirche in Hamburg, hatte nur die vierfache e einer Seite des Grundquadrats zur Höhe.

aber nicht thunlich, und will oder kann man den Kaiserstiel nicht bis auf die Balkenlage herabreichen lassen, so ist es wohl immer am besten, wenigstens einen der Gratbalken ungeschwächt durchgehen zu lassen und den zweiten durch eiserne Schienen oder Platten mit dem ersten gut zu verbinden. Reicht aber der Kaiserstiel bis auf die Balken hinab und kann derselbe als Hängsäule benutzt werden, so darf man auch die sich kreuzenden Gratbalken überblatten; denn wenn sie nun an dieser Stelle durch Hängeisen an den Kaiserstiel befestigt werden, so sind sie nur an ihrem Auflager geschwächt, was bekanntlich die am wenigsten dem Bruche ausgesetzte Stelle ist. Mehr als zwei Gratbalken wird man selten durchgehend anordnen können, und wenn daher die Grundfigur mehr als vierseitig ist, so muß man für die übrigen Gratgebinde Gratstichbalken anordnen, die durch Gratzangen, oder auf andere, etwa durch besondere Umstände gebotene, Weise gegen den Schub gesichert werden müssen. Die etwa nöthigen Kehlbalken oder Zangen wird man, weil sie so den Kaiserstiel umfassen, doppelt anordnen und mit diesem und den zugehörigen Gratsparren verkämmen und verbolzen.

Hiernach wird es nicht schwer halten, ein Dach dieser Art über einem regelmäßigen Vielecke zu construiren, und wir können besonderer Zeichnungen entbehren.

§. 95.

Schwieriger wird die Sache, wenn die Grundform unregelmäßig ist, oder die Anzahl der Seiten der, wenn auch regelmäßigen, Grundfigur eine ungerade ist. In beiden Fällen fällt die Horizontalprojection der Dachspitze mit dem Schwerpunkte der Grundfigur zusammen und es werden die Gratsparren zweier, einander gegenüber liegender, Gräte nicht in ein und dieselbe Vertikalebene fallen, und man wird daher auch keine ganzen Gratgebinde construiren können. Sind bei einer unregelmäßigen Grundfigur, wie in Fig. 3 **Taf. 50**, wenigstens zwei einander gegenüber liegende Seiten parallel, so wird man am leichtesten zum Ziele gelangen wenn man, rechtwinklig auf diese Seiten, durch die Spitze des Daches ein Gebinde AB anordnet, dieses als Anfallsgebinde betrachtet und die zu beiden Seiten desselben liegenden Dachtheile als Walme betrachtet, die sich, nach dem über die Walmdächer Gesagten, construiren lassen werden.

Fehlen diese parallelen Seiten der Grundfigur, so trifft es sich vielleicht, daß die Horizontalprojection einer der Gräte senkrecht auf der gegenüberstehenden Seite steht, wie in Fig. 4 **Taf. 49**, alsdann kann man das eben erwähnte Anfallsgebinde in dieser Richtung aufstellen und wie vorhin verfahren; wobei aber freilich die Sparren dieses Gebindes verschiedene Neigungswinkel haben, und einer derselben als Gratsparren abgefaſt werden muß.

Findet auch diese Begünstigung in der Gestalt der Grundfigur nicht statt, so wird man dieselbe in manchen Fällen wieder erlangen können, wenn man die Spitze des Daches nicht genau über dem Schwerpunkte der Grundfigur, sondern so anordnet, daß ihre Horizontalprojection in dem Perpendikel liegt, welchen man aus einer Ecke der Grundfigur auf die gegenüberliegende Seite fällt. Einer der hier möglicherweise zu ziehende Perpendikel wird gewiß den Schwerpunkt der Grundfigur nicht sehr viel seitwärts lassen, und man wird denjenigen wählen, welcher diesem Punkte am nächsten kommt.

Daß solche unregelmäßigen Grundfiguren, besonders wenn die Dachbalkenlage nicht von unten unterstützt ist, mancherlei Schwierigkeiten verursachen können, wollen wir nicht in Abrede stellen, doch kommen sie auch sehr selten vor, und ein sonst umsichtiger Constructeur wird auch hier die vorhandenen Umstände möglichst vortheilhaft zu benutzen wissen.

Alle in dieser Richtung möglichen Fälle können hier nicht besprochen werden, weßhalb wir uns begnügen wollen ein Beispiel, was ein für die Ausführung entworfenes Dach auf **Taf. 51** darstellt, näher zu beschreiben.

§. 96.

In einem unregelmäßigen Vierecke Fig. 1 **Taf. 51**, dessen zwei Seiten AB und CD aber parallel sind, sollte ein circa 60 Fuß im Quadrat großer Saal mit einer Cassettendecke überdeckt werden. Um die regelmäßige quadratförmige Figur des Saales zu erhalten, wurden die Wände AE und BF eingebauet, die aber natürlich nur bis unter die Saaldecke reichen. Da der Saal an dem Ende eines Gebäudeflügels lag und wegen seiner Höhe die übrigen Stockwerke bedeutend überragte, so empfahl sich ein Zelt-dach für die äußere Ansicht als zweckmäßig.

Die allein massive Front AB liegt nach der Stra… zu, und es waren daher die Gräte AG und BG … dieser aus sichtbar; deßhalb wurde die Lage der Dachs… G so bestimmt, daß die beiden Gratlinien AG und … die Winkel der Grundfigur bei A und B halbirend … Lage durch ihren Durchschnitt bezeichneten; die Horizo… projection der Spitze liegt übrigens nicht weit vom Sch… punkte der Grundfigur entfernt.

Die Cassettendecke sollte neun gleich große Quadr… die wieder mit kleineren Cassetten gefüllt waren, erhal… und hierdurch war die Lage von vier sich rechtwinklig … kreuzenden Hängwerken bedingt, deren Hauptframen trennenden Friese in der Decke bilden und dem üb… Gebälk zum Auflager dienen. Zwei dieser Hauptr… HK und LM gehen in ganzen Stücken durch, die … dern beiden sind stumpf gegen die ersteren gestoßen … die Verbindung ist durch eiserne Platten und die …

, über den Kreuzungspunkten angeordneten, vier- Hängsäulen hinlänglich gesichert, Fig. 3 **Taf. 51** zwei auf einander senkrecht stehenden Durchschnit- h die Mitten der Hängsäulen, diese Verbindung achen Maaßstabe.

e zwei doppelten Hängböcke durchkreuzen sich in daß nur immer zwei einander gegenüber liegende iegel in gleicher, zwei benachbarte aber in verschie- öhe liegen.

n diesen Hängwerken aus mußte das Dach unter- rden. Das Dach wurde mit einem Kniestock an- , um die nöthige Höhe für eine wirksame Ver- der langen Gratsparren zu gewinnen, der Kaiser- fortgelassen, und die Verbindung der vier zusam- isteten Gratsparren durch ein untergelegtes schmiede- Kreuz gesichert.

s Dach ist ein Pfettendach und außer der durch wand getragenen Sparrenschwelle sind noch zwei angeordnet; die unteren von diesen beiden sind ppelte, von dem Fuß der Hängsäulen ausgehende, a a Fig. 2, welche zugleich die Streben der Häng- mfassen und stützen, getragen. Da diese Stützen Fuß von einander entfernt sind, so sind unter den Sattelhölzer b b Fig. 2 angeordnet, die mit den- erdübelt und verbolzt die freie Länge der Pfetten —14 Fuß einschränken. Diese Verbindung ist bei llirt gezeichnet. Diese Pfetten sind parallel zu den nien und liegen daher horizontal.

e oberen Pfetten sind durch die Hängsäulen ge- d, um sie auf die Länge von 20 Fuß tragfähiger en, mit den Spannriegeln der Hängwerke und da- gestellten Drempeln zusammengebolzt. Von diesen sind nur zwei einander gegenüberliegende parallel Trauflinien, die beiden andern aber nicht, und sogenannte „steigende“ Pfetten, die allerdings Schwierigkeiten veranlassen, aber bei der gewählten nordnung nicht wohl vermieden werden konnten. hwierigkeit besteht in dem schiefen Aufkämmen der n und in der genauen Ausmittelung der Länge tte, die nicht mehr unmittelbar aus der Zulage rundrisse) entnommen werden kann. In dem Durch- Fig. 2 zeigt sich eine dieser steigenden Pfetten nebst Verbindung mit dem Spannriegel des Hängwerks.

m den Schub der Gratsparren aufzufangen, sind an en über das Deckengebälk Gratschwellen c Fig. 1 ge- die mit dem Gebälk verkämmt und verbolzt sind. esen stehen die Gratstreben d d Fig. 2, welche in tsparren versatzt sind und mittelst einer kurzen hori- n Zange das Eck der Pfetten tragen (siehe das De- A), während sie durch ihre schräge Stellung dem nschube kräftig entgegen wirken. Alles Uebrige der Anordnung, sowie die des Deckengebälkes, geht aus den Figuren auf **Taf. 51** hinlänglich deutlich hervor.

§. 97.

Die **kegelförmigen Dächer**, welche entstehen, wenn die Grundfigur eines Zeltdaches mit ebenen Dachflächen eine Kurve, d. i. in den meisten Fällen einen Kreis bildet, müssen wir ebenfalls bei den eben beschriebenen Dächern erwähnen, obgleich ihre Dachflächen keine Ebenen bilden, aber doch als aus vielen kleinen ebenen Streifen zusammengesetzt angesehen werden können.

Die Construction dieser Dächer ist nicht gerade schwierig, wenn sie auch nicht ganz so einfach als die der Pyramiden ist. Man wird einen Kaiserstiel anordnen und einige Gebinde, in lothrechten Ebenen durch die Achse des Kaiserstiels, aufstellen, die als Bindergespärre auftreten und den nothwendigen Pfetten als Stützen dienen, durch welch' letztere die Zwischensparren getragen werden. Nur die Bindersparren reichen bis an die Spitze des Daches, die Zwischensparren werden aber nur so weit hinauf geführt, als es die Tragfähigkeit der Latten oder der Bretterverschalung erfordert, da sie, in Ebenen senkrecht auf der Peripherie der Grundfigur stehend, nach oben convergiren. Diese Zwischensparren werden daher verschiedene Längen bekommen, indem man nach der Spitze zu, zwischen zwei Sparren nach und nach immer einen ausfallen läßt, bis endlich die Bindersparren nur noch so weit von einander abstehen, daß die Verschalung keiner weitern Unterstützung bedarf. Die Zwischensparren endigen an ihrem oberen Ende frei und können immer noch um einige Fuß über die letzte, sie unterstützende Pfette hinausragen.

Die Pfetten machen bei diesen Dächern einige Schwierigkeiten, wenn man sie aus vollem Holze anfertigt, weil sie alsdann, wenn man sie in der Horizontalprojection geradlinig macht, an ihrer Oberfläche hyperbolisch abgerundet werden müssen, wenn man nicht jeden einzelnen Sparren besonders unterfuttern will.

Am einfachsten dürfte man daher zum Ziele gelangen, wenn man die Pfetten, als horizontalliegende Kränze, gerade so aus Dielen construirt, wie wir dies bei den Bohlensparren beschrieben haben. Eine solche Pfette bildet einen sehr festen Ring, und ist nicht gerade schwierig anzufertigen.

Auch die Sparrenschwelle wird, wenn sie überhaupt vorhanden ist und die Sparren nicht auf Stichbalken ruhen, ebenfalls am leichtesten als ein zusammenhängender Kranz aus Dielen construirt.

Will man die ringförmigen Pfetten vermeiden, so muß man Kehlbalkendächer construiren und jeden einzelnen Sparren durch einen Kehlbalken unterstützen. Bei dieser Anordnung erhalten die Bindergespärre durchgehende, den Kaiserstiel umfassende, Kehlbalken, und in diese zapft man

Wechsel, von denen aus Kehlstichbalken bis an die Leer- oder Zwischensparren reichen.

Diese Dächer kommen im Ganzen selten vor, weil runde Gebäude ziemlich selten sind, oder mit Kuppeln überdeckt werden; wir wollen daher auch nur ein Paar Beispiele anführen, und zwar von solchen Dächern, denen die durchgehenden Balkenlagen fehlen.

§. 98.

Fig. 5—8 **Taf. 50** zeigen das kegelförmige Dach über der Rotunde der Trinkhalle zu Aachen, nach „Schinkels“ Entwurf.

Auf der ringförmigen Umfangsmauer des Gebäudes liegt ein aus Bohlen, nach de l'Orme's Manier, construirter Kranz als Sparrenschwelle, welcher mit der Mauer durch eingemauerte, tief hinabreichende eiserne Anker fest verbunden ist. Auf dieser Schwelle sind die Hauptsparren des Daches, d. h. die längeren, aufgeklauet und reichen bis zu einem zweiten, ebenfalls aus Bohlen construirten, horizontalen Kranze, gegen den sie sich mit Klauen lehnen. Diese Sparren sind mit beiden Bohlenkränzen durch lange eiserne Bänder fest verbunden, wie dieses die Detailfiguren 7 und 8 **Taf. 50** zeigen.

Zwischen die eben erwähnten längeren Sparren sind Wechsel eingezapft, welche die oberen Enden der kürzeren Sparren aufnehmen, wie solches aus der Horizontalprojection Fig. 6 hervorgeht.

Auf dem oberen Bohlenkranze liegen zwei durchgehende in der Mitte überschnittene, Kehlbalken, welche mit Hülfe von vier Wechseln die übrigen Kehlstichbalken tragen. Auf diesem Kehlgebälk stehen besondere kürzere Sparren, welche sich gegen einen Kaiserstiel lehnen, der bis auf das Kehlgebälk hinab reicht, und an welchen die beiden durchgehenden Kehlbalken durch Hängeisen befestigt sind.

Der durch diese Construction ausgeübte Horizontalschub wird durch den unteren Bohlenkranz aufgefangen und da dieser, bei der Art seiner Construction, einer von innen nach außen auf ihn wirkenden horizontalen Pressung nur wenig Widerstand entgegenstellen wird, so muß die Umfangsmauer den Horizontalschub des Daches aufnehmen.

Das Dach hat zwar einige 60 Fuß Spannweite, ist jedoch mit Metallblech eingedeckt und hat daher nur ein geringes Gewicht. Besser dürfte es aber jeden Falls sein, wenn der untere Bohlenkranz aus vertikal gestellten, möglichst langen Bohlen, nach Art der von „Emy“ construirten Bohlensparren, zusammengesetzt wäre, weil ein solcher dem Zerreißen, worauf der Horizontalschub des Daches wirkt, größeren Widerstand entgegenstellen, und so der Stabilität der Umfangsmauern kräftiger zu Hülfe kommen würde.

Die Zeichnungen auf **Taf. 52** stellen die Dachconstruction über dem Zuschauerraume des Theaters zu Mainz dar, nach den Taf. **XVI** und **XVII** des schon angeführten „Moller'schen“ Werkes, jedoch nach dem von „Moller“ gegebenen Texte vervollständigt. Die Vervollständigung hielten wir für nothwendig, weil die „Moller'schen“ Zeichnungen, dem Anfänger wenigstens, manches dieser, gewiß sehr schönen, Construction unerklärt lassen.

Der innere Durchmesser der ringförmigen Umfassungsmauern beträgt 130 Fuß neu Darmst. Maaß, und 21 Fuß von dieser entfernt befindet sich eine Säulenstellung, welche ein vollständiges, aus festen Sand- und Backsteinen construirtes, Gebälk trägt, so daß in der Höhe der kegelförmigen Decke zwei conzentrische, ringförmige Mauern entstehen, auf welchen das Dach aufzustellen war. Die äußere Mauer ist circa 4 Fuß höher als die innere, so daß eine Art „Kniestock“ entsteht.

In der Höhe der innern Mauer tragen beide ein Gebälk, welches durch eine Reihe von horizontalliegenden Andreaskreuzen zu einem festen, unverschieblichen Kranze gemacht wird, (vergl. den Grundriß Fig. 1). Die äußere Mauer hat über diesem Gebälke eine Stärke von 2,5 Fuß und unter demselben von 3 Fuß, bei einer Höhe von 74 Fuß über dem Pflaster.

Das Dach ist ein Pfettendach, und zwar sind die 78 Fuß langen Dachsparren durch drei Zwischenpfetten unterstützt. Diese werden durch Hauptsparren, g h Fig. 1 und 2, getragen, welche auf einem auf der äußeren Mauer liegenden Stichgebälk aufstehen und ihrerseits durch ein System von Streben gestützt werden, welches auf der innern Mauer auf eichenen „Schuhen“ steht.

Diese eichenen Schuhe, c Fig. 2, 4 und 5, kurze starke Balken, liegen auf doppelten kurzen Schwellen, welche auf dem früher erwähnten Gebälke aufgekämmt sind. Das die Hauptsparren unterstützende Strebensystem besteht aus drei Streben d, e und f Fig. 2 und 5, welche fächerartig nach den Hauptsparren hinauflaufen. Zwischen zwei langen Hauptsparren liegt immer ein kürzerer g h' Fig. 4, [illegible] welchem die längste der Streben fehlt. Die langen Hauptsparren tragen einen kurzen Kaiserstiel o Fig. 2, 4 und [illegible] welcher an seinem oberen Ende durch ein mit ihm [illegible]schränktes Holzstück verstärkt ist, um die nöthigen Flä[illegible] für die „anfallenden“ Hauptsparren zu bieten, ([illegible] Fig. 3 und 6).

Das Dach hat nur ein einziges ganzes Gespärre [illegible] welches in der Bildfläche von Fig. 2 erscheint, [illegible] diesem befindet sich eine doppelte Zange m n Fig. 2, [illegible] die Haupt- und Dachsparren und den Kaiserstiel [illegible] und mit diesen Hölzern verbolzt ist. In den übrigen den Gespärren, d. h. denjenigen, welchen die Gegen[illegible] fehlen, sind dergleichen Zangen ebenfalls vorhanden jedoch zum Theil nur bis in Wechsel reichen, welche

... den Zangen, die den Kaiserstiel noch umfassen, eingepaßt sind; auf der rechten Seite von Fig. 1 sind diese Zangen und Wechsel in der Horizontalprojection gezeichnet. Dicht über der horizontalen Zange m n trifft die längste Strebe f die Hauptsparren, und um hier einen recht festen Knoten zu bilden, geht eine zweite Zange Z, Fig. 2 und 7, über alle bisher genannten Verbandstücke hinweg, hinter welchen die oberste ringförmige Pfette ein sicheres Auflager findet. Fig. 7 zeigt den bei B Fig. 2 sich bildenden Knoten in isometrischer Projection.

Eine ganz ähnliche Zange (Z′ Fig. 2 und 8) ist da, wo die mittlere Strebe e den Hauptsparren trifft, angeordnet; sie umfaßt die Streben f und e und den Haupt- und Dachsparren; zugleich dient sie der mittleren ringförmigen Dachpfette als Stütze gegen das Gleiten. Auf und unter diesen zuletzt genannten Zangen und noch mit den langen Streben f verbolzt, ist aus geraden Hölzern (k und k′ Fig. 2 und 8) ein polygonaler Kranz gebildet, welchen Fig. 1 zum Theil in der Horizontalprojection zeigt, und der den Zweck hat, das Schwanken der langen Streben f zu verhindern und sie in ihrer vertikalen Stellung zu erhalten.

Eine dritte Zange endlich, geht von dem auf den ringförmigen Mauern liegenden Gebälk aus, umfaßt die auf der äußeren Mauer ruhenden Stichbinderbalken; die mittlere Strebe d, den Haupt- und den Dachsparren, letztere da, wo die untere ringförmige Dachpfette auf dem Hauptsparren aufliegt.

Alle diese Zangen sind doppelt und mit den Hölzern, welche sie umfassen, verkämmt und verbolzt.

Die Dachsparren kommen in vier verschiedenen Längen vor, wie solches aus Fig. 1 links deutlich hervorgeht.

Dieses hier beschriebene Dach würde nun unstreitig einen bedeutenden Horizontalschub auf die Mauer ausüben, wenn hiegegen nicht besondere Vorkehrungen getroffen wären; denn wenn man auch annehmen wollte, die Bindergespärre wären so steif construirt, daß durch die horizontale Zange m n aller Horizontalschub aufgehoben würde, so könnte dies doch nur bei dem einzigen ganzen Gebinde stattfinden, und alle übrigen, denen die Gegensparren fehlen, würden ihren Horizontalschub auf die Mauern sehr nachtheilig äußern. Denn betrachten wir einen einzelnen Binder, wie ihn z. B. Fig. 4 darstellt, und nehmen an, daß die denselben bildenden Hölzer eine in sich feste und unverschiebliche Fläche bilden, so stellt das Ganze einen zweiarmigen Hebel dar, dessen Unterstützungs- und Drehpunkt auf dem Schuh c liegt. Da sich nun aber der längere Hebelsarm bei b nicht senken kann, weil ihn die übrigen Binder, welche das gleiche Bestreben haben, hieran hindern, so wird sich das Bestreben äußern, den Unterstützungspunkt nach außen zu schieben.

Um diesem Bestreben entgegen zu wirken, ist dem kürzeren Hebelsarme das Uebergewicht dadurch verschafft, daß die ganze Kniemauer durch eiserne Anker mit dem Ende des kürzeren Hebelsarmes bei g verbunden ist. Durch dieses bedeutende Uebergewicht wird bewirkt, daß die Vertikale durch den Schwerpunkt der ganzen Hebelverbindung zwischen die beiden ringförmigen Mauern fällt und daher der Punkt g das Bestreben hat zu sinken und den Hebel um seinen Unterstützungspunkt zu drehen, und da diesem Bestreben durch die rückwirkende Festigkeit der äußeren Umfangsmauer vollkommen entgegen gewirkt wird, so resultirt aus der ganzen Verbindung nur ein vertikaler Druck auf die beiden ringförmigen Mauern.

Das hier zur Anwendung gekommene Prinzip ist unstreitig das des Krahns, und es ist nicht zu läugnen, daß dieses Prinzip bei Bauconstructionen gewiß sehr oft mit Vortheil benutzt werden kann.

In Beziehung auf unsere Figuren auf **Taf. 52** ist nur noch hinzuzufügen, daß die eigentliche Decke des Raumes, einen halben abgekürzten Kegel bildend, durch Sparren p Fig. 2 gebildet ist, die sich gegen die auf den ringförmigen Mauern liegenden Balken stemmen (vergl. Fig. 5), zwischen welche ringförmige (oder auch polygonale) Wechsel eingesetzt sind, welche in Verbindung mit den Sparren eine leichte Bretterdecke tragen. Die Sparren p stützen sich an ihrem oberen Ende gegen den, die Oeffnung für den Kronleuchter begrenzenden, Bohlenkranz O Fig. 2. Um indessen auch den Horizontalschub dieser leichten Decke ungefährlich zu machen, ist dieselbe, wie solches aus Fig. 2 ersichtlich wird, durch dünne schmiedeiserne Stangen an die Hauptbindersparren aufgehängt.

Alles Uebrige, dieser gewiß sehr scharfsinnigen Construction, ist aus den auf **Taf. 52** gezeichneten Figuren deutlich zu ersehen, so daß wir unsere Beschreibung hier abbrechen können.

§. 99.

Werden die Zeltdächer sehr hoch in Beziehung auf ihre Spannweite, so daß erstere Abmessung die letztere um das Mehrfache übertrifft, so entstehen die Thurmdächer; und obgleich ein Neubau derselben zu den Seltenheiten gehört, so müssen wir ihre Construction doch schon deßhalb kennen lernen, um vorkommende Reparaturen an diesen Dächern, oder auch die Erneuerung derselben vornehmen zu können; welch' letztere wohl manchmal aus Unkenntniß der Construction unterlassen, und ein schöner Thurm, durch die Bedachung mit einem nichtssagenden flachen Dache, verunstaltet worden ist.

Die Grundfiguren dieser Dächer sind meistens Quadrate oder reguläre Achtecke, und ihre Höhe ist höchstens gleich der vierfachen Spannweite, selbst bei sehr schlanken

Thürmen, wie z. B. bei dem im Jahre 1842 abgebrannten Thurme der St. Petrikirche zu Hamburg. Sehr oft geht bei quadraten Thürmen die Form des Daches, aus einer vierseitigen Pyramide, in eine achtseitige über, nach Fig. 4 **Taf. 55**, doch ist alsdann das ganze Dach als achtseitige Pyramide construirt und der untere, immer nur niedrige, Theil der vierseitigen Pyramide an dieses angeschiftet. Eben so verhält es sich, wenn etwa, wie in Fig. 5 der genannten Tafel, die vierseitige Pyramide so gedreht erscheint, daß die Kanten derselben auf die Mitte der Seiten des Thurmes treffen, und die Ecken des Thurmes durch kleine, flache Pultzeltdächer bedeckt sind.

§. 100.

Ueber die Construction der Thurmspitzen sagt „Moller“ in seinen „Beiträgen zu der Lehre von den Constructionen“ Folgendes.

„Die seit dem 16. Jahrhundert übliche Constructionsweise hölzerner Thurmspitzen, welche noch in den neuesten Zeiten angewendet wird, ist mit wenigen Abweichungen folgende: Die Pyramide des Thurmes besteht aus mehreren Stockwerken von sogenannten liegenden Dachstühlen, welche jedesmal durch eine Balkenlage von einander getrennt sind. In der Mitte befindet sich ein starker, durch alle Stockwerke gehender Pfosten, die Helmstange (Kaiserstiel) genannt, in welchen die Gebälke meistens eingezapft sind. Die Mauerlatten liegen etwas vertieft, so daß die obere Seite derselben mit der Mauer in gleicher Höhe sich befindet. — Diese Constructionsart kostet sehr viel Holz, ist nicht fest, wird bald schadhaft und ist schwer zu repariren. Die liegenden Stuhlpfosten, welche durch die Gebälke und Schwellen unterbrochen sind, haben keinen festen Stand, indem diese horizontalen Hölzer sich zusammendrücken und eintrocknen. Die Helmstange beschwert den Thurm ganz unnöthig und unterbricht den Verband der Gebälke. Wenn der Regen eindringt, was bei Thürmen so häufig der Fall sein kann, so wird das Wasser durch die unteren Zapfen der Sparren und liegenden Stuhlpfosten in die Schwellen und Balken hinein geleitet, und da diese, so wie die Mauerlatten, wenn sie einmal im Innern naß sind, schwer trocknen, so faulen sie sehr bald. — Die Reparatur der angefaulten Schwellen und Gebälke ist aber äußerst schwierig, weil die ganze Last des oberen Thurmes auf ihnen ruht und daher gehoben werden muß, um die alten Balken herauszuziehen und neue zu legen.

Außer diesen Fehlern findet sich an diesen Thürmen noch häufig ein anderer, welcher nicht genug gerügt werden kann. An manchen Thürmen fängt das Zimmerwerk schon innerhalb des obersten oder der zwei obersten Stockwerke der steinernen Umfangsmauer an. (Wenigstens reicht die Helmstange so weit herab.) Man fragt sich hierbei unwillkürlich: sollen die Mauern das Zimmerwerk, oder letzteres die Mauern fester machen? — Das Resultat ist aber gerade ein entgegengesetztes:

1) werden beim Sturmwinde die das Holzwerk umgebenden Mauern durch die Schwingungen, welche die Pyramide annimmt, auf das Nachtheiligste erschüttert;
2) wird die Last der Holzpyramide nicht gleichförmig auf die ganze Mauerdicke vertheilt, sondern sie ruht nur auf dem innern Rande oder Absatze der Mauer; und beides ist gleich nachtheilig.

Sehr verschieden von dieser, war die Constructionsweise an den älteren Thürmen vom 13. bis in die Mitte des 16. Jahrhunderts. Charakteristisch ist an denselben:

1) daß die Verbindung der Holzstücke nicht durch Zapfen, sondern durch Schwalbenschwänze bewirkt ist, welche aber nicht bündig überschnitten (überblattet), sondern nur 1 bis 1½ Zoll vertieft (eingekämmt) sind, um das Holz nicht zu schwächen;
2) daß die Pyramide des Thurmes durch mehrere sich in der Mitte des Grundrisses kreuzende, vertikale Dreiecksebenen gebildet werden, deren jede durch mehrere kleine Dreiecke, auf verschiedene Weise, zu einer einzigen größeren unverschieblichen Ebene gestaltet werden.

Dieser zweckmäßigen Construction verdanken die, zum Theil schon mehrere Jahrhunderte alten, Thürme ihre große Festigkeit, doch lassen sich auch folgende Mängel derselben nicht verkennen:

1) fehlt der Seitenverband, indem die Sparren zwischen den Ecksparren nur durch sogenannte Stichbalken unterstützt sind. Eine Folge davon ist, daß die Gräte oder Ecken vieler alten Thürme sich gedreht und eine etwas schiefe Richtung angenommen haben;
2) da die Ecksparren unmittelbar, ohne andere Unterstützung, die Hauptstärke des Verbandes bilden, so lassen sich dieselben nicht gut repariren oder wegnehmen, ohne die Festigkeit des Thurmes sehr in Gefahr zu bringen;
3) sind die meisten dieser Thürme doch etwas mit Holz überladen, so daß in der Mitte sich zu viele Holzstücke kreuzen.

Außerdem läßt sich an diesen, sowie an den meisten neuen Thürmen tadeln, daß dieselben im Innern nicht gehörig erleuchtet und nicht zugänglich sind, wodurch die nöthigen Reparaturen oft zu spät erkannt werden.“

Diese Bemerkungen „Mollers“ sind gewiß treffend, und es sind besonders zwei Gegenstände, die hervorgehoben zu werden verdienen, und diese sind:

a) die Fortlassung der Helmstange. Dieses Verbandstück ist nur in der Nähe der Spitze zum Anlehnen der Gratsparren nothwendig, und es scheint, als ob man dasselbe nur deßhalb durch die ganze Dachhöhe und oft noch

Paar Stockwerkshöhen in das Innere des Thurmes geführt hat, um ein Umkanten der Pyramide zu ver- . Wir haben aber in §. 93 dieses Kapitels gesehen, diese Gefahr weit weniger zu fürchten ist, als die Verschiebung, und gegen diese Bewegung ist eine ehrung der Reibung im Auflager der unteren Balken- auf den Mauern weit wirksamer als die Helmstange, daher die Fortlassung dieses schweren, immer sehr en, die Querverbindung der Sparren hindernden und innern Raum fast ganz unzugänglich machenden Ver- tückes gewiß gerechtfertigt.

b) Die Fortlassung der in mehreren Stockwerken über der gestellten liegenden Dachstühle. Sind diese Dach- verschwellt, so sind zwei über einander stehende Stuhl- n durch Pfette, Balken und Schwelle von einander nnt. Die drei Langhölzer, welche zusammen wenigstens Zoll Höhe haben, verringern diese Dimension durch Eintrocknen und die Pressung. Hierdurch wird aber Senkung der oberen Stuhlpfosten ꝛc. hervorgerufen, dieser können die im Ganzen durchgehenden Sparren, urch die auf den Stühlen ruhenden Gebälke gestützt en, nicht folgen, wodurch nothwendig Störungen des n Verbandes hervorgebracht werden müssen. Es muß schon aus diesem Grunde die Schädlichkeit dieser dnung zugegeben werden, ganz abgesehen von der sehr werlichen Erneuerung dieser, dem Verfaulen so sehr esetzten, Verbandstücke.

§. 101.

Als Resultat der vorstehenden Bemerkungen gibt nun oller" für die Construction von Thurmspitzen folgende meine Regeln; und zwar:

A. In Hinsicht der Festigkeit.

) „Man setze das Zimmerwerk der Thurmspitze unmittelbar auf den oberen Theil der Mauer, so daß die Holzconstruction ganz für sich besteht, und das Mauerwerk keine weitere Verbindung mit ersterer hat, als daß es derselben zur Unterlage dient.

2) Das Innere des Thurmdaches werde möglichst leicht construirt, und man verstärke dagegen die äußeren Dachwände.

3) Die langen und schweren, sogenannten Helmstangen sind wegzulassen und auf eine kurze Hängsäule zum Tragen des Knopfes und zum Ansetzen der Sparren zu beschränken.

4) Die Eckpfosten oder Gratsparren dürfen nicht durch horizontale Hölzer unterbrochen, sondern sie müssen, wenn sie zu kurz sind, unmittelbar verlängert werden, so daß Hirnholz auf Hirnholz zu stehen kommt.

5) Die äußeren Dachwände sind so zu verbinden, daß sie keinen Seitendruck ausüben, sondern nur lothrecht auf die Mauer wirken können.

6) Dieselben sind durch horizontale Verbindungen (Kränze) in gewissen, nicht zu großen Entfernungen so abzuschließen, daß dadurch die Thurmpyramide in mehrere kleine, abgestumpfte Pyramiden abgeschlossen wird."

B. Hinsichtlich der Dauerhaftigkeit.

1) „Alle Zapfenlöcher, in welchen das Wasser sich sammeln könnte, sind zu vermeiden; wo dieses nicht möglich ist, müssen sie unten geschlitzt werden, damit das Wasser ablaufen (oder wenigstens die Luft zum Trocknen eintreten) kann.

2) Alle Mauerlatten und Balken dürfen nicht eingemauert werden, sondern müssen nur auf der Mauer ruhen.

3) Der Luftzug ist zu befördern."

C. Hinsichtlich der Reparatur.

1) „Alle Hölzer sind so zu verbinden, daß die schadhaften leicht fortgenommen werden können, mithin müssen die Gebälke, Sparrenbalken ꝛc. nicht unter die Hauptpfosten oder Eckſparren gelegt werden, sondern neben dieselben.

2) Bei größeren Thürmen ist jedesmal, außer den Ecksparren, noch eine von denselben unabhängige Unterstützung anzubringen, so daß durch dieselbe, sowohl beim Aufschlagen, als bei Reparaturen, die Festigkeit des Ganzen gesichert wird, und sie zugleich zum Gerüst dienen kann.

3) Die unter A. 6 erwähnten Kränze sind so einzurichten, daß dieselben als innere Gallerien oder Gänge für die Bauarbeiter dienen können.

4) In jedem Stockwerke (des Daches) ist wenigstens ein eisernes Fenster anzubringen, um jeden Schaden des Dachwerks leicht erkennen zu können."

§. 102.

Zu diesen Regeln „Mollers", die er in seinem schon genannten Werke auf den Tafeln XIX bis XXII durch Beispiele näher erläutert, läßt sich in Beziehung auf die allgemeinen Prinzipien solcher Constructionen kaum noch etwas hinzufügen, und für die Details wird es genügen, eins der genannten Beispiele näher zu betrachten.

Die Fig. 1—9 Taf. 53 stellen die von „Moller" entworfene Thurmspitze der Kirche zu Friedrichsdorf, nach der VI. Tafel des „Moller'schen" Werkes, mit sehr wenigen, ganz unwesentlichen Abweichungen dar; und wir bemerken dazu nur kurz Folgendes.

Um in der Mitte eine freie Oeffnung auch in der untersten Balkenlage zu bekommen, gehen nur vier der Balken ganz durch, sind in den Kreuzpunkten überblattet

und treffen auf die Ecken der achtseitigen Pyramide. In diesen Balken stehen die 8 Eck- oder Gratsparren der Pyramide mit Zapfen, deren Zapfenlöcher durchgeschlitzt sind. Zwischen diesen Gratsparren sind auf jeder Seite zwei Leersparren angeordnet, die auf Stichbalken und so stehen, daß ihre Horizontalprojectionen senkrecht zu den Seiten der Grundfigur sind.

Die Anordnung des untersten Gebälks zeigt Fig. 3. Dasselbe ruht auf einem doppelten Mauerlattenkranze, welcher in Fig. 4 abgesondert dargestellt ist. Die acht Hauptsparren, welche, wenn sie nicht in ganzer Länge zu haben sind, in verschiedenen Höhen durch das einfache verbolzte Blatt verlängert und die bei der, 92 Fuß neu Darmst. Maaß über dem Mauerwerk hohen Spitze, 10 und 12 Zoll stark genommen wurden, bilden vier große Dreiecke, deren Ebenen sich in der Axe der Pyramide schneiden, und sind durch 5 Zwischengebälke, deren Balken mit den Ecksparren seitwärts verkämmt und verbolzt sind, in 6 Stockwerke oder eben so viele ähnliche, kleinere Dreiecke getheilt.

Von den Balken dieser Stockwerke liegen immer nur die beiden parallel laufenden in einerlei Ebene und sind mit den andern beiden verkämmt und verbolzt, wie solches aus dem Durchschnitte Fig. 1 und den Grundrissen der verschiedenen Stockwerke, Fig. 5 bis 9, hervorgeht. Hierdurch ist das Innere der Pyramide möglichst frei geblieben und doch eine große Festigkeit erzielt, indem die langen Linien der Hauptsparren auf sehr wirksame Weise in kurzen Entfernungen mit den in sich selbst unverschieblichen Gebälken verknüpft sind.

Oberhalb lehnen sich die Hauptsparren an eine, nur durch die beiden oberen Stockwerke reichende, Helmstange, welche von den Balken der unteren schloßartig umfaßt wird.

Um eine drehende Bewegung der Ecksparren zu verhindern, und um zugleich den Leersparren eine weitere Unterstützung zu gewähren, sind in jedem der drei unteren Stockwerke vier Andreaskreuze angeordnet, welche abwechselnd stehen und deren Schwellen auf die Gebälke aufgekämmt sind. Die Pfetten dieser Andreaskreuze sind seitwärts in die Hauptsparren etwas eingelassen und mit ihnen verbolzt, so daß diese hierdurch eine Seitenverbindung in den Dachflächen und eine weitere Unterstützung erhalten, als die ist, welche ihnen die Stockwerksbalken gewähren. Eben so sind nun die Gebälke zweifach unterstützt; einmal durch die Hauptsparren und dann durch die Pfetten der Andreaskreuze des unteren Stockwerks. Hierdurch wird aber, neben einer vergrößerten Festigkeit und einer gleichmäßigen Vertheilung der Last, noch der Vortheil erlangt, daß die Andreaskreuze ein Gerüst beim Aufschlagen des Zimmerwerks bilden.

Bei dieser Operation werden nämlich zuerst die vier unteren Andreaskreuze aufgestellt und das Gebälk Fig. 5 auf dieselben gelegt. Dann werden die Hauptsparren aufgestellt, deren Länge wenigstens immer durch zwei Stockwerke reicht, so daß vier der Sparren bei jedem Stockwerke durchgehen und die vier übrigen dazwischen gestoßen werden. Sind die vier durchreichenden Sparren mit den Pfetten der Andreaskreuze und den betreffenden Balken verbolzt, so kann man die Andreaskreuze des nächsten Stockwerks aufstellen, dann die zurückgebliebenen vier Sparren aufsetzen und nun wie vorhin verfahren, so daß ein besonderes Gerüst erspaart wird. Die in jedem Gebälk bleibende, mittlere Oeffnung erlaubt außerdem ein Heraufziehen der einzelnen Verbandstücke im Innern des Thurmes.

Daß bei dieser Construction sehr leicht irgend ein schadhaft gewordener Theil herausgenommen und durch neues Holz ersetzt werden kann, ohne daß dabei das Ganze Gefahr läuft, leuchtet ein. Fig. 2 Taf. 53 zeigt die äußere Ansicht des Zimmerwerks, bei welcher aber, der größeren Deutlichkeit wegen, die Leersparren zum Theil fortgelassen sind.

§. 103.

Bei noch größeren Constructionen dieser Art wird es nöthig, außer den Gratsparren noch, von diesen unabhängige, Stützen für die Gebälke anzuordnen, damit man einen etwa schadhaft gewordenen Gratsparren durch einen neuen ersetzen kann, ohne die Festigkeit der Stockwerksgebälke zu gefährden. Diese Stützen stehen hinter den Gratsparren in einiger Entfernung von denselben, aber in den Ebenen der Dreiecke, welche zwei einander diagonal gegenüberliegende Gratsparren bilden, und sind mit den Gebälken auf dieselbe Weise, wie die Gratsparren selbst, verbunden. Sie lehnen sich ebenfalls an die kurze Helmstange und ersetzen auf weit zweckmäßigere Weise die mehrfachen Stockwerke von liegenden Dachstühlen der früher gerügten Constructionsweise. Unter den von „Moller" gegebenen Beispielen findet sich eine auf diese Weise construirte Thurmspitze, von beiläufig 200 Fuß Höhe.

§. 104.

Viele Thürme aus der romanischen Bauperiode haben eigenthümlich gestaltete Dächer, wovon Fig. 11 Taf. 54 ein allgemeines Bild gibt. Man kann sich diese Form dadurch entstanden denken, daß über einer quadraten Grundfigur eine vierseitige Pyramide aufgestellt wird, deren Grundlinien gleich und parallel den Diagonalen des ersten Quadrats sind. Es entstehen auf diese Weise über den vier Seiten des Thurmes eben so viele Giebelfelder, und das Dach selbst erscheint als aus vier Rautenflächen zusammengesetzt.

Sehr viele dieser Thürme sind oben zugewölbt, so daß man die Dachconstruction nicht sehen kann. D

1–10 **Taf. 54** zeigen ein solches Dach, nach den mitgetheilten „Moller'schen“ Grundsätzen entworfen.

Fig. 1 ist der Grundriß mit der untersten Balkenlage. Hauptbalken gehen nach den Diagonalen der Grund- durch, um mit den, bis an die unteren Giebelecken benden (die Mitte einer Raute bildenden), Sparren zwei vertikale Dreiecke zu bilden. Diese Hauptbalken liegen vier kürzeren, welche die Mitten der Seiten der Grund- verbinden, so daß die ersteren durch Sattelhölzer an Enden so verstärkt sind, daß sie mit den kürzeren ken, auf den rings um laufenden doppelten Mauerlat- aufgekämmt werden können.

In der Höhe der Giebelspitzen liegen ebenfalls zwei ehende Balken, jedoch parallel mit den Seiten der ndfigur des Thurmes. Sie dienen den vier Grat- rren, welche von den Giebelspitzen aufsteigen, als Basis bilden mit diesen wieder zwei feste Dreiecke, welche mit den erstgenannten in der Achse des Thurmes durch- ngen. Fig. 4 zeigt einen Horizontalschnitt in der Höhe Giebelspitzen.

Auf den eben genannten Balken liegen, parallel zu Diagonalen der Grundfigur, vier Pfetten, welche die ngen Hauptsparren und die Schiftsparren der Dachseiten erstützen. Diese Pfetten, welche in den Fig. 3ª und 3ᵇ im rchschnitt erscheinen, sind durch vier vertikale, auf den ren Hauptbalken stehende, Pfosten unterstützt, welche der Mitte ihrer Höhe noch einmal durch Zangen mit langen Hauptsparren verbunden sind und so auch stützen.

In der Mitte der Giebelfelder stehen vier vertikale sten, auf welchen die Kehlbalken ruhen und gegen che sich die Ortsparren anschiften. In Fig. 2, welche Giebelfelder im Durchschnitt, das Holzgerüst der Thurm- e aber in der vorderen Ansicht zeigt, werden diese sten und die erwähnten Ortsparren sichtbar. Auch ist dieser Figur ersichtlich, wie die rautenförmigen Dach- chen, durch die langen Hauptsparren, die Grat- und Ortsparren gebildet werden, und wie sich die Schiftsparren die Ort- und Gratsparren anschmiegen.

Um die, von den langen Hauptsparren gebildeten, en Dreiecke nochmals zu theilen, gehen in der Höhe Giebelspitzen horizontale Zangen von einem Sparren gegenüberliegenden, welche an die Hauptsparren an- ttet sind, aber in verschiedenen Höhen liegen, um ohne wächung sich kreuzen zu können. Diese Anordnung ist den Fig. 3ª und 3ᵇ ersichtlich, welche zwei halbe, in Ebene ausgebreitete Diagonaldurchschnitte zeigen.

Die Spitze ist durch einen kurzen Kaiserstiel gebildet, welcher durch Zangen gehalten wird, die von den Grat- und Hauptsparren ausgehen. Auch diese vier Zangen lie- gen in verschiedenen Höhen, wie solches die Fig. 2 und 3 zeigen, und umschließen den Kaiserstiel schloßartig, wie dies aus der Horizontalprojection in Fig. 6 hervorgeht.

In den unteren Winkelspitzen der Rautenfelder trifft jeder Hauptsparren mit zwei Ortsparren zusammen, und wie hier die Verbindung hergestellt ist, zeigt Fig. 3ᶜ in der äußeren, Fig. 8 in der inneren Ansicht und Fig. 7 in einer isometrischen Projection, während Fig. 9 den zur Anwendung gekommenen Gabelbolzen darstellt. Fig. 10 zeigt endlich einen normalen Querschnitt eines der Ortsparren, mit seiner Fase, welche in der rautenförmigen Dachfläche liegt.

b) Zeltdächer mit gebrochenen Dachflächen.

§. 105.

Dergleichen Dächer sind nur über ganz regelmäßigen und gleichseitigen Grundfiguren anwendbar, gehören meistens dem Renaissance- und Roccocostyl an und kommen jetzt wohl sehr selten oder gar nicht zur Ausführung. Wir haben hier nur einige Worte über die eigentlichen Thurm- hauben oder Helmdächer anzuführen; denn ein zeltförmi- ges Mansardedach werden wir nach denselben Grundsätzen construiren können, die wir bei den Zeltdächern mit ebenen Dachflächen aufgestellt haben, mit dem einzigen Unterschiede, daß statt der ebenen Grat- und Anfallsgebinde jetzt solche nach der bekannten gebrochenen Form aufgestellt werden müssen.

Die Form der Thurmhauben ist eine sehr ver- schiedene, und es läßt sich kaum irgend ein vorherrschender Typus erkennen. Die abenteuerlichsten Figuren sind ange- wendet, und es gab eine Zeit, in welcher man dergleichen Dächer für um so schöner hielt, je krauser und geschnörkel- ter sie waren. Die Fig. 3 und 6 **Taf. 55** zeigen ein Paar Beispiele. Im Allgemeinen bestehen sie meistens aus gebogenen Flächen, die aber nicht immer stetig in einander übergehen, sondern meistens durch horizontale Gliederungen und Gesimse getrennt sind. Sehr oft besteht das Profil eines solchen Daches im unteren, größeren Theile, aus einer umgekehrten Karnislinie und im oberen aus einer Ein- ziehung; oder es ist umgekehrt der untere größere Theil concav und der obere convex gestaltet. Zuweilen bildet aber auch wohl eine ganze Dachseite eine einzige Einziehung und so eine Art Pyramide mit einwärts gebogenen Seiten- flächen. Der Form nach gehört das Dach in diesem Falle eigentlich nicht zu den in Rede stehenden; doch ist die Construction durchaus dieselbe, so daß wir solche nicht be- sonders zu besprechen brauchen.

Die Form hat auch auf die Construction keinen großen Einfluß und sie mag, will man ein solches Dach bauen, nach Geschmack oder Laune gewählt werden; eigentlich schön wird sie niemals sein. Gewöhnlich bestimmt man die Form in einem parallel zu einer der Umfangsseiten

der Grundfigur angenommenen Durchschnitte, und dazu soll nur noch bemerkt werden, daß man sich nicht wundern darf, wenn das Bild des ausgeführten Daches den gehegten Erwartungen nicht entspricht; denn da man ein solches Dach nicht in einer geometrischen Ansicht erblickt, sondern in einer perspektivischen, so erscheinen dem Auge die gewählten Formen in Verschiebungen, die sich schwer vorher berechnen lassen. Es wird daher immer sehr gerathen sein, von einem solchen Dache vor der Ausführung eine genaue perspektivische Zeichnung, oder noch besser, ein Modell anzufertigen, damit man dieses gehörig drehen und wenden, und von allen Seiten bewundern kann.

§. 106.

Die Form mag nun sein, welche sie will, immer ist der Kern der Construction eine gewöhnliche Pyramide, und die geschwungenen und gebogenen Flächen werden durch krumm gearbeitete Hölzer, welche man auf den geraden Sparren der inneren Pyramide befestigt, dargestellt. Da die Dächer gewöhnlich nur klein sind, so ordnet man einen durch die ganze Höhe reichenden Kaiserstiel an und lehnt gegen diesen die nöthige Anzahl (gerader) Gratsparren. Dieselben werden durch horizontale Zangen, die zugleich den Kaiserstiel umfassen, verbunden und letztere geben, wenn man sie über die Gratsparren hinaus verlängert, Gelegenheit, die nöthigen Dachpfetten auf ihnen zu befestigen, welche wiederum den geschweiften oder gebogenen Außensparren zur Stütze dienen. Die Dächer sind daher meistens Pfettendächer, und wenn die Seiten der Grundfigur so groß sind, daß die Pfetten zwischen den Gratsparren noch einer weiteren Unterstützung bedürfen, so werden auf den Mitten dieser Seiten ebenfalls gerade Bindersparren aufgestellt, die ebenfalls gegen den Kaiserstiel angeschiftet, oder aber auch in Wechsel eingezapft werden können, die man in angemessener Höhe zwischen den Gratsparren anbringt.

Die Fig. 1 und 2 **Taf. 55** zeigen ein solches Dach als ein Beispiel der eben beschriebenen Construction. Es dürfte zur Erläuterung der Figuren, da in den verschiedenen Projectionen gleiche Buchstaben auch gleiche Gegenstände bezeichnen, nichts weiter zu bemerken sein, als daß die geschweifte Form der Gratlinien auf dieselbe Weise durch Vergatterung gefunden wird, wie wir dies schon früher für die Gestalt der Gratsparren von Walmbohlendächern angeführt, und in Fig. 5 **Taf. 45** dargestellt haben.

c) Zeltdächer mit stetig gebogenen Dachflächen oder Kuppeln.

§. 107.

Die **Kuppeln** sind selten vollständig, d. h. im Scheitel geschlossen, sondern sie haben hier meistens eine Oeffnung oder **Laterne**. Besonders dann ist dies wohl fast immer der Fall, wenn die Kuppel als eigentliches Dach dient und nicht etwa nur die kuppelförmige Decke eines Raumes bildet, über welcher erst noch das eigentliche Dach folgt. Ueberhaupt sind diese beiden Fälle zu unterscheiden, schon in Beziehung auf die Form, noch mehr aber in Beziehung auf die Construction. Jedenfalls müssen die äußeren, das Dach bildenden Kuppeln sorgfältiger und stärker construirt werden; weßhalb wir auch nur diese näher besprechen wollen, weil sich dann die Regeln für die Construction der andern von selbst finden werden.

Die Form der Kuppeln ist meist kreisförmig, jedoch bilden sie selten oder nie Halbkugeln, weil diese Form im Aeußeren ein zu gedrücktes Ansehen gewährt und auch zu schwierig einzudecken ist. Gewöhnlich zeigt ein durch den Scheitel gelegter vertikaler Querschnitt einen Spitzbogen, so daß die Pfeilhöhe desselben größer als die halbe Spannweite ist.

Die Kuppeln werden aus ganzem Holze, oder auch mit Hülfe von Bohlensparren construirt, und letztere Constructionsweise scheint gegen die erstere Vorzüge zu haben. Sie wird in den meisten Fällen viel leichtere Dächer geben, weniger Holz erfordern und auch wohlfeiler werden. Die Bohlenconstruction gibt die gewölbte Form der Kuppel unmittelbar, während man im andern Falle gezwungen ist, erst geradlinige oder gebrochene Gespärre aufzustellen und an diesen die krumm bearbeiteten Hölzer zu befestigen, ähnlich wie bei den Helmdächern oder Thurmhauben.

In den meisten Fällen sind bei den Kuppeldächern keine durchgehenden Dachbalkenlagen vorhanden, sondern der innere Raum derselben wird ganz oder zum Theil mit zu dem überdeckten Raume gezogen. In diesem Falle erscheint eine Bohlenconstruction ganz besonders geeignet, weil sie der durchgehenden Balken am leichtesten entbehren kann. Nur wenn bei verhältnißmäßig schwachen Umfassungsmauern wenigstens einige der Dachbalken am Fuße der Kuppel ganz durchgehen dürfen und auf der Kuppel eine schwere Laterne angeordnet werden soll, die durch ein Hängwerk gestützt werden muß, kann es rathsam werden, die Kuppel aus ganzem Balkenholze zu construiren; in den bei weitem zahlreichern Fällen wird man aber durch eine Bohlenconstruction leichter zum Ziele kommen.

§. 108.

Für die Construction der Bohlenkuppeln finden wir in dem schon mehrfach genannten „Moller'schen“ Werke einen sehr lesenswerthen Aufsatz, der seine Entstehung dem Bau der Kuppel über der katholischen Kirche zu Darmstadt verdankt.

Moller sagt: „Das sicherste Mittel, jede Construction fest und doch nicht unnöthig schwer zu componiren ist,

man sich die verschiedenen Bewegungen einzeln denkt, welche das Gebäude im Fall eines Einstürzens machen könnte, und für jede derselben eine Gegenkraft ausmittelt.“

Bei der in Rede stehenden Construction, welche auf Taf. 56 dargestellt ist *) setzt „Moller“ nun folgende fünf Bewegungen voraus und sucht denselben auf die angegebene Weise entgegen zu wirken.

1) „Die Biegung der Sparren nach außen. — Diese wird verhindert durch die Ringe oder Gurtbänder b, b Fig. 2 und 4, welche von jungem, gerissenem Eichenholze 4 Zoll hoch, 1 Zoll dick **), gemacht sind, und die Kuppel auf ähnliche Weise umgeben, wie die Reifen ein Faß.

2) Das Ablösen der einzelnen Bohlen, aus denen der Sparren besteht, von einander, ist zwar zuerst und bis zum Aufschlagen der Kuppel durch Nägel, dann aber wirksamer durch die Keile d d Fig. 2—4 verhütet, welche aus trockenem Eichenholze gefertig und von denen die einfachen 1 Zoll dick, die doppelten an den Stoßfugen der Bohlen, ½ Zoll dick, beide aber 2½ Zoll breit sind.

3) Die Seitenbiegung der Sparren wird durch die Gurtbänder b, b, sowie durch die Querriegel c, c verhindert. Letztere haben außerdem den Zweck, beim Aufstellen der Bohlensparren, ehe die Gurtbänder b b angelegt werden, den Sparren die gehörige Stellung zu geben.

4) Um die horizontale Verschiebung der Kuppel zu verhindern, ist die Platte (Pfette) g Fig. 2, auf welcher die Sparren des Seitendaches ruhen, aus zwei auf einander liegenden Hölzern zusammengesetzt, welche einen festen und unverschieblichen Ring bilden, und durch die schief stehenden Pfosten h unterstützt werden. Diese „Ringpfette“ ist besonders während des Aufschlagens der Kuppel, und ehe dieselbe geschlossen ist, sehr geeignet, die Genauigkeit der Kreisform zu sichern.

5) Das Aufspalten der einzelnen Bohlen, aus denen die Sparren der Kuppel bestehen, wird dadurch verhindert, daß unmittelbar an den Keilen d 20 Zoll lange Schrauben e, e Fig. 3, von rundem, 4 Linien starkem, gezogenem Eisendrahte angebracht sind, welche die inneren und äußeren Gurtbänder verbinden, und so die dazwischen liegenden Bohlensparren zusammenpressen.

6) Die gefährlichste Bewegung der Bohlensparren würde das ungleiche Setzen oder Senken derselben sein. Da dieselben aus vielen einzelnen und kurzen Stücken bestehen, so ist es, auch bei der sorgfältigsten Bearbeitung, nicht zu erreichen, daß die Stoßfugen alle mit gleicher Genauigkeit schließen. Bei der großen Länge der Sparren und bei der Menge der Fugen ist es also möglich, daß die Sparren sich etwas setzen werden. Dieses Setzen würde aber, wenn es ungleich stattfände, sehr nachtheilig werden.

Um diese Nachtheile der Ungleichheit des Senkens zu vermeiden, sind die Gurtbänder b, b mit ihrer halben Holzdicke in die Sparren eingelassen, dergestalt, daß sie mit der hohen Seite tragen. Jede Senkung der einzelnen Sparren kann auf diese Art nur bis auf das nächste Gurtband wirken, und theilt sich durch dieses den übrigen Sparren mit, kann aber weder nach oben noch nach unten fortwirken, sondern bleibt zwischen den nächsten oberen und unteren horizontalen Gurtbändern eingeschlossen. Da nun diese Gurte circa 7 Fuß von einander entfernt sind, so kann man sich die große Kuppel, als aus lauter auf einander liegenden Kegelstücken, jedes von 7 Fuß Höhe, denken.“

Wir haben in Beziehung auf das Vorstehende nur noch hinzuzufügen, daß wir es, nach dem früher über die Bohlensparren Gesagten, für zweckmäßiger halten würden, die Sparren der Kuppel, welche abwechselnd aus 3 und 5 Brettdicken zusammengesetzt sind (vergl. Fig. 4 Taf. 56), bei derselben Stärke, beziehlich nur aus 2 und 3 Brettlagen zu bilden; und daß an den Stößen der einzelnen Bohlenstücke tüchtige Holzschrauben oder leichte Schraubenbolzen, statt der Nägel, zu verwenden sein dürften. Denn die Keile d, d sichern die Sparren wohl gegen ein seitwärtiges Ausweichen; daß sie aber das Trennen der einzelnen Bohlenlagen von einander kräftig verhüten, müssen wir bezweifeln.

Die oben ad 4 gegen eine horizontale Verschiebung der Kuppel erwähnten Sicherheitsmaaßregeln, lassen sich nur in dem sehr günstigen Falle, daß die Kuppel mit einem sich anlehnenden Pultdache umgeben ist, auf die angegebene Art anbringen; im andern Falle wird man darauf verzichten müssen. Die Gefahr einer solchen Verschiebung dürfte indessen auch nicht groß sein, denn sie könnte wohl nur in einer schraubenförmigen Bewegung der Kuppel bestehen, der durch die sehr wirksame Verrieglung der Sparren kräftig entgegengearbeitet wird. Wollte man hier indessen ein Uebriges thun, so könnte dies auf dieselbe Weise geschehen, wie es „Moller“ bei der eisernen Kuppel des

*) Die aus Schmiedeisen construirte Laterne dieser Kuppel ist auf unserer Tafel fortgelassen, weil sie, ganz unabhängig von der Kuppel, zu den Eisenconstructionen gezählt werden muß. (Siehe „Mollers Beiträge 2c.“ Taf. IV und V.)

**) Hier ist das neue Darmstädter Maaß gemeint 1′ = 0,25 Meter.

Mainzer Domes *) gethan hat, wo biegsame Schienen in diagonaler Richtung über die Sparren hinlaufen und so auf der Kuppeloberfläche mehrere Reihen von Andreaskreuzen bilden, die der genannten Bewegung entgegenwirken. Diese Schienen können, wie die Bänder b, b, aus jungem, gerissenem Eichenholze, oder aber auch aus Bandeisen bestehen. Sie werden auf jedem Sparren, den sie kreuzen, gut befestigt.

Auch das untere Auflager der Bohlensparren, die ringförmige Schwelle, hat nicht oft eine so günstige Lage, wie in dem vorliegenden Falle, in welchem das ihr zur unmittelbaren Unterlage dienende Stichgebälk, welches durch die äußere Umfangsmauer und durch die innere Säulenstellung gestützt wird, durch einen Kranz von Andreaskreuzen unverschieblich gemacht ist, (vergl. Fig. 1 **Taf. 56**). Nur wenn außer der Umfangsmauer noch eine weitere Unterstützung im Innern vorhanden ist, wird eine derartige Anordnung möglich. Im anderen Falle wird man sich begnügen müssen, eine möglichst breite, ringförmige Schwelle unmittelbar auf der Umfassungsmauer zu lagern und mit dieser durch 3—5 Fuß lange, eingemauerte, eiserne Anker, in Entfernungen von 6—8 Fuß, zu verbinden. Daß dergleichen Kuppeln, ohne durchgehende Dachbalken, auf die Umfangsmauern einen Horizontalschub ausüben, können wir nach dem über diesen Gegenstand früher Gesagten nicht bezweifeln, und es ist daher von Wichtigkeit, die Sparrenschwelle als einen möglichst festen Ring zu construiren; denn wenn der Horizontalschub der Sparren im ganzen Umfange derselbe ist, was wir wohl voraussetzen dürfen, so hebt die Festigkeit dieses Ringes die Wirkungen desselben auf. Bei großen Abmessungen der Kuppeln wird man diesen Ring vielleicht aus zwei hinter einander liegenden krummgewachsenen Hölzern construiren können, und dann auch hinlängliche Festigkeit erreichen. Ist aber der Kuppeldurchmesser kleiner, oder sind keine krummgewachsenen Hölzer zu haben, so construirt man den Ring aus Bohlen, ähnlich wie die Sparren. Da es indessen hierbei hauptsächlich auf die absolute Festigkeit des Ringes ankommt, so dürfte es wohl zweckmäßiger sein, denselben nach Art der „Emy'schen" Bohlenbögen, aus hochkantig hinter einander gestellten, möglichst langen Dielen zu construiren, und die äußere Dielenlage von Eichenholz zu nehmen. Ein solcher Ring, gehörig durch Bolzen und Bänder armirt, muß eine größere Festigkeit dem Zerreißen entgegensetzen, als ein auf die gewöhnliche Art, mit horizontalen, auf ihrer breiten Seite liegenden Dielen construirter.

Im oberen Theile der Kuppel lehnen sich die Sparren ebenfalls gegen einen horizontalen Ring, der aber mit rückwirkender Festigkeit zu widerstehen hat, und daher aus liegenden Dielen auf die „de l'Orm'sche" Art gebildet werden muß. Die Sparren klauen auf und gegen diese Ringe und sind mit ihrer Breite etwas in dieselben eingelassen um ihre Stellung in horizontaler Beziehung zu sichern.

Alles Uebrige der in Rede stehenden Construction, geht aus den auf **Taf. 56** dargestellten Figuren so deutlich hervor, daß wir keine weitere Erläuterung darüber zu geben brauchen; und wir wollen daher nur noch das anführen, was „Moller" über die für die Dauerhaftigkeit der Construction getroffenen Maaßregeln anführt.

Er sagt: „Die Schwellen i, i Fig. 2, auf denen die Bohlensparren ruhen, sind von Eichenholz; die letzteren stehen mit ihren Füßen nicht in einem Zapfenloche, worin sich Regenwasser sammeln könnte, sondern in einer nach innen offenen, und etwas abhängigen Vertiefung. Das Gebälk, welches die Schwellen trägt, hat Zuglöcher, so daß es, wenn es auch einmal naß werden sollte, schnell trocknen kann. Zwischen den Köpfen der Sparren, zunächst der oberen Laterne, sind (in dem oberen Ringe) Zuglöcher in Form von durchbrochenen Rosetten angebracht; da nun unter den Seitendächern die äußere Seite der Kuppel nicht verschalt ist, so entsteht natürlich zwischen den Bohlensparren, deren Zwischenräume den Rauchröhren ähnliche, weite Kanäle bilden, ein beständiger Zugwind, welcher die Oberfläche des Holzwerks bestreicht, und zu seiner Erhaltung wesentlich beitragen muß."

Diese Vorsichtsmaßregeln sind gewiß zweckmäßig, und besonders ist auf die Herstellung eines guten Luftzuges zwischen der äußeren und inneren Verschalung große Sorgfalt zu verwenden. Es wird sich übrigens ein solcher doch immer anordnen lassen, wenn auch kein „Nebendach" mit der Kuppel verbunden sein sollte, wenn man nur durch passende Oeffnungen (nöthigen Falls durch kleine metallene Kappfenster *)) die äußere Luft mit der im Gebäude, durch den Zwischenraum zwischen beiden Verschalungen, in Verbindung zu setzen sucht.

Immer bleibt es aber doch mißlich, nur e i n e Kuppel zu construiren, die zugleich die innere Decke und das Dach bildet, besonders wenn erstere reich verziert und gemalt ist. Die Eindeckung einer Kuppel ist nämlich, wenn sie nicht etwa aus Kupfer besteht, sehr schwer so herzustellen, daß nicht, wenn auch erst nach einiger Zeit, Einwehungen von Regen und Schnee stattfinden, die dann den innern Verzierungen leicht gefährlich werden können; auch sind die doch immer vorkommenden Reparaturen an der Eindeckung in diesem Falle nur von Außen an der Kuppel vorzunehmen, von wo aus sowohl die Ausführung

*) „Mollers Beiträge rc." Taf. I und II.

*) Siehe den I. Band, Taf. 75 Fig. 3.

unbequem, als auch die Wahrnehmung der Beschädigungen schwierig ist.

§. 109.

Es ist daher, für die Conservirung des Gebäudes, gewiß gerechtfertigt, zwei Kuppeln über einander anzuordnen, so daß man den Zwischenraum begehen kann, um alle nothwendigen Reparaturen an der äußeren Kuppel zeitig zu entdecken. Die Construction solcher Doppelkuppeln kann keine Schwierigkeiten haben wenn, wie in dem obigen Beispiele, außer der äußeren Umfangsmauer noch eine innere Säulenstellung oder dergl. vorhanden ist. Wegen der immer größeren Peripherie der äußeren Kuppel wird man dieser eine größere Anzahl Sparren geben müssen; und es ist dann am besten, diese Anzahl doppelt so groß zu nehmen, als bei der innern Kuppel, so daß abwechselnd ein äußerer Sparren mit einem innern in einerlei lothrechter Ebene liegt. Diese Sparren sind dann durch doppelte Zangen in normaler Richtung mit einander zu verbinden, wodurch das Ganze eine große Festigkeit erhält.

Ist keine besondere Unterstützung für die innere Kuppel vorhanden, sondern nur eine Umfangsmauer, so bleibt nichts Anderes übrig, als die innere Kuppel auf einen Absatz dieser Mauer zu stellen, diese Mauer dann noch angemessen höher zu führen und die äußere Kuppel auf den höher geführten Mauertheil zu lagern, so daß durch die exzentrische Stellung beider Kuppeln der nöthige Zwischenraum gebildet wird. Bei einer solchen Anordnung erscheint es angemessen, die Schwelle der äußeren Kuppel auf einem Stichgebälke zu lagern, dessen Balken die Sparren der innern Kuppel zangenartig umfassen. Das Nähere einer solchen, im Ganzen nicht schwierigen, Anordnung mag dem mündlichen Vortrage vorbehalten bleiben.

§. 110.

Um Gelegenheit zu haben, auch die Construction einer Kuppel aus ganzem Balkenholze zu besprechen, theilen wir auf Taf. 57 den Entwurf mit, welcher zur Ausführung der Kuppel über der neuen Garnisonskirche in Potsdam, von „Schinkel“ entworfen, ursprünglich bestimmt war, aber bekanntlich damals nicht zur Ausführung kam. Jetzt soll indessen die Kirche ja diese Kuppel, den so wesentlichen Theil des Schinkel'schen Projects, erhalten, und es wäre interessant zu wissen, ob die damals entworfene Construction jetzt zur Ausführung kommt, was wir indessen wohl bezweifeln dürfen.

Die Kuppel bildet das Dach über einer gewölbten Steinkuppel und trägt einen thurmartigen Aufsatz. In der halben Höhe der Kuppel etwa, sind zwei sich kreuzende doppelte Kehlbalken durchgelegt, auf denen die Hauptpfosten des erwähnten Aufsatzes, und die durch die ganze Höhe des letzteren reichende Helmstange ruhen. Zwei auf diesen Kehlbalken aufgestellte doppelte Hängböcke übertragen die Last des Aufsatzes, dessen Hauptpfosten als Hängsäulen auftreten, nach den Enden der Kehlbalken, wo sie von liegenden Stuhlpfosten aufgenommen wird, die auf der Hintermauerung der Kuppel stehen. Letztere sind doppelt und tragen eine ringförmige Pfette, welche die übrigen Kehlstichbalken am innern Ende unterstützt, am äußeren Ende liegen diese auf einer mit ersterer conzentrischen Pfette, die wieder durch doppelte Stuhlsäulen getragen wird, die auf der Schwelle stehen, welche auf einem Absatze der ringförmigen Umfangsmauer ruht. Auf dieser Schwelle, und von der doppelten Reihe centrisch gestellter Stuhlpfosten umfaßt, liegen zwei Stichgebälke über einander und fassen zwei ringförmige Pfetten zwischen sich, von denen die innere an der äußeren Seite der längeren Stuhlpfosten liegt, die äußere aber mit ihrer Außenfläche in den Umfang der Kuppel fällt. Die oberen der zuletzt genannten Stichbalken, nehmen zugleich die gekrümmten Sparren auf.

Zwischen diesem Stichgebälke und den Stuhlpfetten sind die Sparren noch einmal durch horizontale Riegel unterstützt, welche von den zwei Reihen doppelter Stuhlsäulen getragen werden. Ueber dem Kehlgebälk ist noch ein zweiter Kranz von liegenden Stuhlsäulen aufgestellt, die aber einfach, und auf den unteren Kehlbalken eingezapft sind. Die Stuhlpfette dieser Säulen trägt abermals ein Stichgebälk zur Unterstützung der Sparren, deren innere Enden auf einer zweiten Pfette ruhen, welche auf den Streben der Hängwerke mittelst Knaggen befestigt ist. Am oberen Ende klauen die gekrümmten Sparren gegen eine Schlußpfette, welche auf der bis hierher reichenden Verdoppelung der Hauptpfosten des Thürmchens liegt.

Alles Uebrige dürfte aus den Zeichnungen deutlich hervorgehen. Die äußere Bekleidung des Thürmchens ist aus Metall gedacht.

Vergleicht man diese Construction mit der vorigen, so wird man sich zu Gunsten der Bohlenconstruction entscheiden müssen, indem diese bei weitem einfacher und nicht minder fest erscheint, während sie durch ein ungleich geringeres Gewicht das Gebäude weniger belastet. Nur wenn man beabsichtigt hätte, durch das bedeutende Gewicht der eben besprochenen Construction die Mauern absichtlich zu belasten, um der inneren gemauerten Kuppel mehr Widerlager zu verschaffen, würde die Anordnung Vortheile gewähren; doch ist dabei nicht zu vergessen, daß die schräg gestellten Stuhlsäulen jeden Falls auch einen Horizontalschub äußern, welcher der Stabilität der Mauern gerade nicht zum Vortheil gereicht. Vergleicht man die Kosten, so wird der Vortheil größerer Wohlfeilheit ohne Zweifel auf Seiten der Bohlenconstruction sein; denn bei der letz-

besprochenen wird man die 6 Zoll starken, 12 Zoll breiten Sparren wiederum am vortheilhaftesten aus Bohlen construiren, also auch den theuersten Theil der Construction, den Arbeitslohn für eine Bohlenconstruction, hier wie dort, verausgaben müssen.

E. Windschiefe Dächer.

§. 111.

Bei den bisher besprochenen Dächern haben wir an denselben entweder ebene oder gebogene Dachflächen vorausgesetzt; es kommen aber auch zuweilen Dächer vor, die windschiefe Flächen zeigen, weßhalb wir auch von diesen noch etwas sagen müssen. Eine ebene Dachfläche kann man sich entstanden denken, indem eine gerade Linie (die Erzeugende) in fortwährend paralleler Lage sich auf zwei anderen parallelen, oder doch in einerlei Ebene liegenden geraden Linien (den Leitlinien) fortbewegt. Fallen aber die Leitlinien nicht mehr in eine Ebene, so kann die Erzeugende nicht sich selbst parallel bleiben; man kann ihr höchstens aufgeben mit einer Ebene stets parallel zu bleiben; und dann entsteht eine Fläche, die man windschief nennt.

Bei einer Dachfläche werden einzelne Lagen der erzeugenden Linie durch die Dachsparren repräsentirt und die Leitlinien durch First und Traufe. Sind daher letztere parallel, so wird die Dachfläche eben; außerdem kann sie windschief ausfallen. Die Fläche wird nur dann noch eben werden, wenn First und Trauflinie bei ihrer Nichtparalleletät in ein und derselben Ebene liegen, und dieser Umstand gibt eben ein Mittel an die Hand, windschiefe Dachflächen zu vermeiden.

In den Fall, windschiefe Dachflächen anzuordnen, kommt man, wenn die beiden Fronten eines Gebäudes nicht parallel laufen; denn man mag die Firstlinie legen, wie man will, so kann sie immer nur mit einer der Fronten parallel sein, und sollen First- und Trauflinien horizontal sein, so muß nothwendig auf der Seite, wo die Front nicht mit der Firstlinie parallel ist, eine windschiefe Dachfläche entstehen.

Eine dreieckige Walmseite braucht niemals windschief zu werden, weil man durch drei Punkte, oder durch eine gerade Linie und einen außerhalb und auch nicht in ihrer Verlängerung liegenden Punkt, immer eine Ebene legen kann.

Eine windschiefe Dachfläche wird von einer Ebene nur dann in einer geraden Linie geschnitten, wenn diese Ebene entweder parallel mit sämmtlichen Lagen der erzeugenden Linie oder mit den beiden Leitlinien ist. Wenn daher eine schiefe Dachfläche mit einer Walmfläche sich schneidet, muß der Grat eine krumme Linie zeigen; es sei denn, daß die Gratlinie mit einer Lage der Erzeugenden zusammenfalle.

Die windschiefen Dachflächen sind wo möglich ganz zu vermeiden, oder es ist doch die Größe derselben möglichst einzuschränken, weil sie sehr schlecht aussehen, schwierig zu bearbeiten, beschwerlich einzudecken und daher theuer sind; und man kann hierzu verschiedene Wege einschlagen.

1) Liegt die Firstlinie horizontal, so kann man die Trauflinie geneigt anordnen, oder umgekehrt, so daß beide in einerlei Ebene liegen, die dann die der Dachfläche wird. Man darf nur beiden End- oder Ortsparren dieselbe Neigung geben, so werden First- und Trauflinie durch diese bestimmt. Dieses Mittel wendet man aber wohl am seltensten an, weil es von allen das schlechteste Ansehen des Daches hervorbringt.

2) Die Windschiefe wird vermieden, wenn man das betreffende Gebäude mit einem Zeltdache überdacht, denn alsdann entstehen lauter dreiseitige Walmflächen, die alle als Ebenen dargestellt werden können. Hierbei ist es aber Bedingung, daß keine der Walmflächen flacher wird, als es das Deckmaterial zuläßt; ist dies der Fall, so ist das Mittel nicht anwendbar.

3) Behandelt man sämmtliche Dachflächen des Gebäudes als Pultdachflächen, indem man die Firstlinien derselben alle in einerlei Horizontalebene und parallel zu den Fronten oder Trauflinien legt, so können sämmtliche Dachflächen Ebenen werden, und der von den Firstlinien umschlossene, nun noch offene Raum, kann entweder als Plattform behandelt, oder mit einem Aufbaue, einer Laterne, versehen und diese dann mit einem Zeltdache bedeckt werden.

Dieses Verfahren kommt ziemlich oft zur Anwendung, weil man die obere Plattform entweder als Belvedere, oder zur Durchführung von großen Rauchrohrkästen benutzen, durch eine Laterne aber eine sehr zweckmäßige Erleuchtung des Dachraums erreichen kann.

4) Verkleinern kann man die windschiefe Dachfläche bei einem abgewalmten Dache, wenn man den Sparren des Anfallsgebindes auf der windschiefen Seite als einen Gratsparren ansieht, z. B. den Sparren **A B** in Fig. 1 **Taf. 58.** Seine dem Walm zugekehrte obere Kante kann als eine erzeugende Linie der windschiefen Dachfläche angesehen werden, ist also nach dem Vorigen eine gerade Linie, und die dreiseitige Dachfläche **A B C** kann nun als Ebene eingedeckt werden, wobei der Grat, den diese mit der windschiefen macht, ebenfalls gerade, und so ein krummer Gratsparren vermieden wird, was auf der anderen Seite unserer Figur bei dem Gratsparren **D E** nicht der Fall ist, der in beiden Projectionen krumm erscheint (vergl. Fig. 2 ders. Tafel). Zugleich wird der windschiefe Theil des Daches um das Stück **A B C** kleiner, und wenn man

selbe Verfahren auch auf der anderen Seite anwendet, bleibt nur noch der Theil **ABFE** als windschief übrig.

Man nennt dies Verfahren wohl das „Abschiften auf Grat“, und es wird gern angewendet, weil dabei alle krümmten Gratsparren vermieden werden, die schwierig anfertigen sind und starkes Holz erfordern, von welchem großer Theil „in die Spähne“ gehauen werden muß.

§. 112.

Hat man sich entschlossen, eine windschiefe Dachfläche anordnen, so kommt es zunächst auf die Bestimmung der Lage der Firstlinie und der Anfallspunkte der Walme an, wenn letztere, wie es fast immer der Fall sein wird, angewendet werden sollen.

Die Firstlinie legt man mit der Hauptfronte des Gebäudes, also in Fig. 1 **Taf. 58** mit **GH** parallel, und in eine solche Entfernung von derselben, daß weder die eine, noch ein Theil der windschiefen Dachfläche eine, in Beziehung auf das Deckmaterial, zu flache Lage bekommt, und die mittlere Neigung in beiden ziemlich gleich wird. In dieser Firstlinie werden dann die Anfallspunkte **A** und **E** so bestimmt, daß die von der Hauptfronte aufsteigenden Gratsparren **HA** und **GE** gleich lang werden. Letzteres geschieht des bessern Ansehens wegen. Aus demselben Grunde gibt man auch den beiden, mit der ebenen Dachfläche sich schneidenden Walmflächen mit dieser gleiche Neigung, wodurch dann aber zugleich die Lage der Firstlinie bedingt wird, und diese muß so sein, wie es oben verlangt wurde. Die Sparrengebinde werden so angeordnet, daß ihre Horizontalprojectionen senkrecht zur Hauptfronte sind, also schief zu der Fronte **DC**. Dasselbe ist der Fall mit den Dachbalken, wenn die Sparren auf denselben aufstehen. An den Walmseiten stehen sowohl die Sparren als die Balken senkrecht auf den Frontlinien dieser Seiten.

Welche Constructionsweise man einem solchen Dache zu Grunde legt, ist im Ganzen gleichgültig, doch haben die Kehlbalkendächer vor den Pfettendächern den Vorzug, daß man bei jenen die Pfetten nicht windschief zu gestalten braucht, was bei diesen nothwendig wird.

Das auf **Taf. 58** dargestellte ist ein Kehlbalkendach mit gewöhnlichem, verschweltem liegendem Dachstuhle, die unbequemste Anordnung, die man vielleicht treffen kann; denn es müssen hier sowohl die Stuhlpfette, als auch die Stuhlschwelle windschief bearbeitet werden. Auf **Taf. 60** ist der Theil **BCDE** auch windschief, doch ist hier ein stehender Dachstuhl gewählt und daher nur die dort angeordnete Sparrenschwelle windschief zu behauen. Die Gestalt einer solchen Schwelle (oder Pfette) ergibt sich aus den beiden Profilen derselben bei **B** und **E** Fig. 1 **Taf. 60**, wie solches Fig. 5 **Taf. 59** näher nachweist.

Die Sparren auf der Dachseite **DB** Fig. 1 **Taf. 60** müssen, wenn sie ursprünglich einen rechteckigen Querschnitt hatten, auf ihrer Oberfläche, welche in die Dachseite fällt, noch behauen werden, denn wenn sie mit ihrer Fußschmiege auf dem Balken aufstehen, so ist die Vorderkante dieser Fußschmiege parallel zur Firstlinie, und wenn sie nun parallel der Front **BE** abgeschnitten werden, so daß der Schnitt durch den einen Eckpunkt der Fußschmiege geht, so wird die Schnittfläche ein Dreieck zeigen und die eine Kante des Sparrens um die Höhe dieses Dreiecks höher liegen und aus der Dachfläche hervorragen. Ist nämlich in Fig. 4 **Taf. 58**, **ab** die Vorderkante der Fußschmiege des ursprünglich rechteckigen Sparrens, und **de** die parallel der Front **DC** liegende Vorderkante des Balkens, so stellt **agc** die ebenerwähnte dreieckige Schnittfläche dar, die entsteht, wenn der Sparren nach der Linie **ac** parallel zu **de** abgeschnitten wird; und es würde die punktirt gezeichnete Sparrenkante um **gc** zu hoch liegen, weßhalb dieser Vorsprung fortgehauen werden muß. Ist nun die Dachfläche, zu welcher der Dachsparren gehört, eine Ebene, was vorkommt, wenn der Sparren zwar schief zur Traufline steht, die Firstlinie aber dieser parallel ist, so muß der Schnurschlag, nach welchem der Sparren behauen werden soll, der ursprünglichen Sparrenkante parallel sein, und die Oberfläche des Sparrens wird eine Ebene. Ist aber, wie zwischen **D** und **B** in Fig. 1 **Taf. 60**, die Dachfläche windschief, so wird der Schnurschlag von dem Punkte **c** Fig. 4 **Taf. 58** aus nach der Spitze des Sparrens hinlaufen und daher mit der ursprünglichen Kante **bf** convergiren, so daß der danach behauene Sparren eine windschiefe Oberfläche zeigt.

Liegt die Unterfläche des Sparrens auf einer windschief behauenen Pfette oder Schwelle auf, so muß auch diese Unterfläche, ganz ähnlich wie die Oberfläche, behauen werden, liegt sie aber nicht auf, so kann sie ihre ursprüngliche Gestalt behalten. Wollte man das Behauen dieser Unterfläche vermeiden, so müßte man jeden einzelnen Sparren nach Maaßgabe seiner steileren oder flacheren Lage verschieden tief einkämmen, damit er mit seiner ganzen Breite aufläge, was noch umständlicher ist.

Was die Lage der Pfetten bei einem solchen Dache anbelangt, so bemerken wir darüber Folgendes.

Nachdem man eins der Dachgebinde, etwa das Anfallsgebinde **BB'** Fig. 1 **Taf. 58**, aufgezeichnet und den Querschnitt des Daches, wie ihn Fig. 3 zeigt, bestimmt hat, ist auch in diesem die Lage der Pfetten gegeben, und dieselben können in den Grundriß nach **L, K** und **O** projizirt werden. Zieht man darauf die Horizontalprojectionen der Kanten der Pfette an den Walmseiten parallel zu den Traufinien derselben, also **KP, LM** und **MN**, so muß auch **ON** parallel der **BC** sein, und wenn man **O** und **P**

durch eine gerade Linie verbindet, so wird diese Linie die Lage der Pfette auf der windschiefen Seite in der Horizontalprojection bezeichnen, so daß die Längen der einzelnen Pfettenstücke gefunden und bestimmt werden können. Die Richtigkeit des eingeschlagenen Verfahrens, d. h. daß die Punkte K, L, M, N, O und P alle in einerlei Horizontalebene liegen, bedarf weiter keiner Erläuterung. Eben so wenig, daß die Auffindung der Länge der Grat- und Schiftsparren, der Sparrenlänge auf der windschiefen Fläche und die Gestalt der verschiedenen Schmiegen, ganz auf dieselbe Weise geschieht, die wir früher in §§. 85 und 86 dieses Kapitels weitläufig erörtert haben.

Fig. 5 **Taf. 58** zeigt den Längenschnitt durch die Firstlinie E A in Fig. 1 und Fig. 6 drei Sparren der windschiefen Dachfläche in Bezug auf die Eindeckung mit Ziegeln. Wir haben nämlich im I. Theile Seite 118 erwähnt, daß in einem solchen Falle die untere oder Traufschaar der Ziegeln auf einer ebenfalls windschiefen Unterlage, dem Traufbrette, ruhen müsse, wenn kein Klaffen stattfinden soll. Fig. 6 zeigt nun den Querschnitt dieses Traufbrettes auf drei verschiedenen Sparren, die in dieser Figur mit denselben Buchstaben bezeichnet sind wie in Fig. 1, nämlich den steilsten, den flachsten und einen mittleren.

§. 113.

Will man keine der zur Vermeidung oder Verminderung der Windschiefe angegebenen Mittel anwenden, sondern bei Walmdächern die krummen Gratsparren beibehalten, so kann man diese Krümmung auf folgende Art finden.

Fig. 1 **Taf. 59** stelle die Horizontalprojection eines Daches dar, bei welchem der Theil A E P M windschief werden soll. Man denke sich diese windschiefe Fläche über den Grat A E und die Kehle M P hinaus fortgesetzt, so als ob A O und a P die Horizontalprojectionen vertikaler Dachgiebel wären. Eine zwischen der First- und der Trauflinie durchgehende horizontale Ebene schneidet sowohl die windschiefe Dachfläche als die Walmfläche je nach einer geraden Linie, und diese beiden Geraden müssen sich in einem Punkte der krummen Gratlinie treffen. Da eine solche Ebene die beiden in O A und P a projicirten Linien und die Walmseite in einem und demselben Verhältniß theilt, so sind die Schnittlinien der Ebene mit den beiden Dachflächen leicht zu projiciren. Theilt man z. B. O A, P a und O E (oder die ihr gleiche und parallele Q V) in vier gleiche Theile, so zeigt die Figur, wie sich drei Punkte 1′, 2′, 3′ für die Horizontalprojection der Gratlinie ergeben.

Um die Vertikalprojection dieser Linie auf der umgelegten Vertikalebene O Q zu finden, trage man die Dachhöhe, d. h. die vertikale Entfernung des Punktes E über der Traufenebene, senkrecht auf Q O, von O nach 4, dann wird das Dreieck Q O 4 die Vertikalprojection für einen Durchschnitt des Daches nach der Linie V E darstellen. Projizirt man ferner die Punkte 1, 2, 3, auf Q A nach 1 2 3 und zieht die Linien 3 4, 2 4, 1 4 so sind dies die Vertikalprojectionen von den Schnittlinien der durch 3, 2, 1, gedachten Vertikalebenen mit der windschiefen Dachfläche, und schneidet man diese, durch Perpendikel auf A O aus den Punkten 3′, 2′, 1′, so wird durch die Schnittpunkte 3,, 2,, 1,, die Vertikalprojection der Gratlinie bestimmt.

Um die wahre Gestalt dieser Linie zu bekommen, darf man sich die Walmebene A O E nur um A O in die Horizontalebene niedergelegt denken. Macht man daher E 4′ senkrecht zu E O und gleich der Dachhöhe, zieht O 4′ und macht O IV gleich O 4′, theilt ferner O 4 in denselben Verhältnissen wie V Q und überträgt diese Theilung auf O IV, so darf man durch die Theilpunkte nur Parallelen zu A O ziehen und diese durch Senkrechte auf A O durch die Punkte 1′, 2′, 3′ schneiden, um durch die Punkte I, II, III die wahre Gestalt der Gratlinie zu bestimmen.

Vorgreifend wollen wir hier die Auffindung der Gestalt einer gekrümmten Kehllinie erwähnen, da das Verfahren dem ebenbeschriebenen durchaus analog ist. In Fig. 1 **Taf. 59** ist P M eine solche Kehllinie, welche entsteht, indem die windschiefe Fläche A E P M sich mit der Ebene M G P schneidet. Ein Blick auf die genannte Figur zeigt, daß die Auffindung der Horizontal- und Vertikalprojectionen der Kehllinie genau so geschieht, wie bei der Gratlinie A E, und nur das Verfahren zur Auffindung der wahren Gestalt der Kehllinie erleidet einige Abänderung. Zu diesem Zwecke denke man sich die Ebene M G P bis zum Durchschnitt mit der Horizontalebene verbreitet, dann wird die Spur des Durchschnitts eine durch M gehende mit G P parallele Linie, mithin M F sein. Klappt man nun das rechtwinklige Dreieck, dessen Grundlinie P F und dessen Höhe gleich der Dachhöhe ist, um F P in die Horizontalebene nieder, nimmt auf F 4 die bekannte Theilung vor, und trägt die Längen F 1, 1 2, 2 3 ꝛc. von F 4 auf die verlängerte F P, so darf man von diesen Theilpunkten aus nur Perpendikel zu F P bis zum Durchschnitt mit andern Perpendikeln auf M F, durch die Punkte 1′, 2′, 3′ ziehen, um in den Durchschnitten dieser Perpendikel die Punkte I, II, III, IV zu erhalten, welche die wahre Gestalt der Kehllinie angeben.

B. Die zusammengesetzten Dächer.

§. 114.

Unter diesen haben wir solche verstanden, deren Gebäude im Grundrisse, außer den ausspringenden, auch einspringende Winkel zeigen, und bei denen daher Dachkehlen vorkommen *). Die hierbei möglichen Formen sind so mannigfaltig, daß wir nur einige der am häufigsten vor-

*) Theil I. Seite 118.

menden näher besprechen können. Dieß wird indessen genügen, wenn man erwägt, daß es immer dieselben ndsätze der Construction sind, welche nur unter der Moionen der jedesmaligen Localität in Anwendung kommen.

Die einfachste Form ist die sogenannte Widerkehr, 5 **Taf. 62,** d. h. wenn zwei Gebäudeflügel unter Winkel zusammenstoßen. Hier sind aber schon verdene Fälle möglich, selbst unter der Beschränkung, daß Gebäudeflügel geradlinige Fronten haben; denn die terflügel können bei gleicher Tiefe einen rechten, einn stumpfen oder einen spitzigen Winkel einschließen. Dasde kann aber auch stattfinden, unter der Voraussetzung, die Tiefe beider Flügel ungleich ist.

Sind beide Dächer mit demselben Material gedeckt, haben sie gleiche Neigungswinkel, so werden, Satteldächer sgesetzt, die Firstlinien, bei gleich tiefen Gebäudeflün, in gleicher Höhe liegen, bei verschiedener Tiefe aber, verschiedenen Höhen, so daß eine Horizontalprojection, in Fig. 1 **Taf. 61** entsteht. Eine solche Verbinng von Dachflächen, nennt man eine Verfallung. bei sind a b und b c Gratlinien, c d aber eine Kehle.

Ist eins der Dächer ein Pultdach, so hat das zweite der Widerkehr keinen Walm, sondern einen Giebel, und das Pultdach gerade die halbe Tiefe des Satteldaches, entsteht eine Horizontalprojection wie in Fig. 2, in wel a b ein Bord und b c eine Kehle bezeichnet. Ist das ltdach tiefer als das halbe Satteldach, so entsteht wie eine Verfallung Fig. 3, bei welcher a b ein Bord, b c Grat und c d eine Kehle ist. Im entgegengesetzten lle, wenn das Pultdach weniger als die Hälfte der Tiefe Satteldaches zur Tiefe hat, bildet sich eine Verbindung Fig. 4, bei welcher a b und b c Borde sind, c d aber Kehle bezeichnet.

Aehnliche Figuren entstehen, wenn die Widerkehr schiefinklich ist.

Die Vereinigung zweier Dächer braucht aber nicht rade am Eck statt zu finden, sondern kann so geschehen, eins der Dächer sich noch über den Vereinigungspunkt aus erstreckt, wobei dann wieder die Fälle vorkommen nnen, daß beide Dächer (die immer beide Satteldächer werden) entweder gleiche, oder verschiedene Höhen haen, in welch' letzteren Falle, wieder Verfallungen entstehen, dies die Fig. 5—6 **Taf. 61** durch die Schraffirung tlich zeigen. Diese wenigen Formen zusammengesetzter ächer wollen wir etwas näher betrachten, um daraus haltspunkte für andere Fälle, die doch nicht alle besproen werden können, zu gewinnen.

§. 115.

Bei der regelmäßigen Widerkehr mit gleich tiefen Geudeflügeln, und also auch gleich hohen Firstlinien, wie Fig. 5 **Taf. 62** eine solche darstellt, wird in der Diagonale **A G** ein Binder, analog den übrigen Bindern des Daches, angeordnet, nur mit dem Unterschiede, daß der eine seiner Sparren ein Grat- der andere ein Kehlsparren, und seine Spannweite größer ist. An den Gratsparren fallen die Schifter gerade so an, wie wir dies bereits bei den Walmdächern erörtert haben, ebenso erhält der Gratsparren eine Abfasung, so daß über diesen Theil des Daches, nichts weiter zu erinnern bleibt. Der Kehlsparren aber erhält eine dem Gratsparren gerade entgegengesetzte Form des Querschnitts, d. h. statt der rückenförmigen Abfasung, eine rinnenartige Einkehlung, wie Fig. 4 **Taf. 62** zeigt. Die Länge des Kehlsparrens, so wie die Gestalt der Fußschmiege, wird ganz auf dieselbe Weise gefunden, wie bei dem Gratsparren. Eine Loth- oder Klebschmiege ist aber in diesem Falle nicht vorhanden, weil der Kehlsparren mit dem Gratsparren oberhalb, rechtwinklich auf ihre Horizontalprojection, durch einen Scherzapfen verbunden wird.

Die Einkehlung des Kehlsparrens kann man auf folgende Weise finden, welche allgemein gültig ist, der Winkel der Widerkehr mag ein rechter oder ein schiefer sein; weßhalb auch in Fig. 1 **Taf. 62** ein schiefer Winkel angenommen wurde. In dieser Figur bedeuten **AC** und **CB** die Fußlinien der übrigen Dachsparren **S** und **S'** 2c., nach welchen der Kehlsparren an seinem Fuße ausgeschnitten werden muß. a, b, c, d, ist seine auf die gewöhnliche Weise gefundene Fußschmiege, deren Kante a, b, wenn wir ein ursprünglich, rechteckig beschlagenes Holz, voraussetzen, senkrecht auf seiner Mittellinie, der „Kehllinie", **E C**, steht. Da der Kehlsparren geneigt steht, so können wir das Ausschneiden desselben nicht unmittelbar nach dem Winkel a, C b, vornehmen, weil dies nur die Horizontalprojection des wahren Winkels ist. Wir werden aber nur nöthig haben, die wirkliche Länge der Linie C, C zu bestimmen, um dann den Punkt **C** auf der Sparrenmittel- oder Kehllinie zu bezeichnen, nach welchem die Schnitte von den Punkten a, und b, gerichtet werden müssen. Denken wir uns den Schnitt a, C bis C,, verlängert, so liegt der Punkt C,, in der Dachfläche **B** und wir können ihn in die Horizontalebene niederklappen, wenn wir den Dachwinkel α an den Punkt **D'** antragen*), so daß C C,, den einen Schenkel bildet, und dann den andern durch einen Perpendikel auf C C,, von C,, ausschneiden, indem alsdann c dieser Punkt sein wird. Ziehen wir dann die Gerade a, c so stellt a, c C,, die in die Horizontalebene niedergelegte Schnittfläche a, C,, dar, und wir dürfen nur in **C** einen Perpendikel auf a, C,, errichten, um die Höhe zu finden, um welche

*) Der Punkt D' wird gefunden, wenn die Entfernung C,, D' gleich dem Perpendikel C,, D (von C,, aus auf C B gefällt) gemacht wird.

der Punkt C über der Horizontalen liegt. Tragen wir daher die Länge dieses Perpendikels, senkrecht auf C, E von C nach C' und ziehen endlich die Gerade C' C, so ist diese die gesuchte Länge, welche vom Fußpunkte C, auf der Kehllinie aufgetragen werden muß.

Um ferner einen Querschnitt des Kehlsparrens, senkrecht auf seine Länge, zu bekommen, zeichne man in V einen Längendurchschnitt desselben in der Vertikalprojection; was sehr leicht angeht, da der Winkel C C, C' den Neigungswinkel des Kehlsparrens unmittelbar gibt. Die Entfernung der beiden Linien a' α und c' β ist nun unstreitig die Tiefe der Einkehlung, senkrecht auf die Länge des Kehlsparrens gemessen, und wenn man ein gleichschenkliches Dreieck construirt dessen Grundlinie gleich der Breite des Sparrens und dessen Höhe gleich dieser Tiefe ist, so kann solches als „Einhaltsschablone“ dienen, nach welcher die Einkehlung gearbeitet werden muß, wie solches Fig. 2 zeigt. Es ist einleuchtend; daß man die Tiefe der Einkehlung auch ohne die Vertikalprojection bei V hätte finden können, indem sie durch einen aus C auf C, C' gefällten Perpendikel ebenfalls dargestellt wird.

Die an den Kehlsparren anfallenden kürzeren Sparren nennt man **Reitersparren**. Sie werden mit ihren Gegensparren oberhalb durch Scherzapfen wie gewöhnlich verbunden, und an die Seitenfläche des ausgekehlten Kehlsparren angeschiftet, wie dies Fig. 4 **Taf. 62** zeigt. Die Gestalt der Schmiegen mit welchen sich die Reitersparren anlegen, wird durchaus ganz so gefunden, wie bei den Gratschiftsparren, nur befindet sich die Schmiege jetzt am unteren Ende, während sie früher am obern angeschnitten werden mußte.

Die Befestigung der Reitersparren ist auf diese Weise eine ziemlich mangelhafte, indem eigentlich nur ein starker Nagel die Verbindung bewirkt, und da außerdem das Auskehlen des Kehlsparrens eine mühsame, und die Tragkraft des Kehlsparrens schwächende Opperation ist, so unterläßt man dieselbe häufig und setzt die Reitersparren statt dessen mit einer Klaue auf den, in seiner Oberfläche eben gelassenen Kehlsparren, wie dies Fig. 3 **Taf. 62** zur Anschauung bringt. Jetzt bildet die Mittellinie auf der Kehlsparrenoberfläche die Kehllinie und es folgt daraus, daß diese Oberfläche nun um die Tiefe der früheren Auskehlung tiefer gelegt werden muß. Man erreicht dieses sehr leicht, wenn man den Fußpunkt des Kehlsparrens von C, nach C' Fig. 1 zurücksetzt, so daß a,, b,, c,, d,, seine Fußschmiege bezeichnet, und will man die Schmiegen der Reitersparren alle nach ein und derselben Chablone anschneiden, dieselben überhaupt auf dem gewöhnlichen Lehrgebinde abschiften, so muß man auch die Spitze des Kehlsparrens um die Tiefe C C' Fig. 1 senken, damit sein Neigunswinkel derselbe bleibt. Für diesen Fall muß man aber auf den oberen Theil des Kehlsparrens, über den letzten Reitersparren, etwas Holz auffuttern, um die Höhe des gegenüberstehenden Gratsparrens wieder zu erreichen, was um so weniger Umstände machen wird, da man, wie wir aus dem ersten Theile dieses Werks (Kap. 6 §. 18 wo von der Eindeckung der Dachkehlen die Rede war) wissen, daß die Kehle immer besonders eingelattet oder eingeschalt werden muß.

Was die Gestalt der Klaue an den Reitersparren anbelangt, so bemerken wir, daß zuerst die Klebschmiege, wie bei einem ausgekehlten Kehlsparren, an dieselben geschnitten werden muß, und zwar ganz nach den bekannten Regeln, nur darf man als Grundlinie des Reitersparren nicht die Länge von A B bis m Fig. 7 **Taf. 62** wie früher, sondern muß diese bis o nehmen, wenn durch A B die Horizontalprojection der Firstlinie geht. Ist diese Schmiege angeschnitten, so handelt es sich nur noch um den Winkel der Klaue selbst. Der Schenkel dieses Winkels, dessen Horizontalprojection der Punkt m Fig. 7 und 9 ist, ist lothrecht, d. h. parallel mit der Kante o v Fig. 8 der gefundenen Schmiege. Legt man daher das Winkeleisen an o m Fig. 7 und bezeichnet daran die Länge o m bringt darauf den anderen Schenkel an die Kante o v der Schmiege in Fig. 8, so kann man den Punkt n bezeichnen, durch welchen eine Parallele zu o v gezogen, den lothrechten Schenkel des Klauenwinkels bezeichnet. Um den zweiten Schenkel des Klauenwinkels zu finden, bemerke man, daß die Oberfläche des Kehlsparrens dieselbe Neigung in Bezug auf einen durch o m Fig. 7 gelegten Vertikalschnitt hat, wie früher in Fig. 1 **Taf. 62** und nur, in Bezug auf absolute Höhe, jetzt etwas tiefer liegt.

Errichtet man daher in m f Fig. 7 und 9 einen Perpendikel m t, und trägt in p an p m den Dachwinkel α *) so wird, wenn man die Gerade S r, zieht, der Winkel r S m diese Neigung darstellen, weil nun das Dreieck S r, m die in die Horizontalebene niedergeklappte Schnittfläche darstellt, welche man sich durch die Linie S m gelegt denkt. Zieht man daher nun von o, aus eine Parallele zu p r, so wird r, o, t, der Winkel sein, den der gesuchte Klauenwinkelschenkel mit der Reitersparren-Oberkante macht; und trägt man daher das Maaß t, r, aus Fig. 7 und 9 von t nach r in Fig. 8, so darf man nur noch die Linie o r in Fig. 8 ziehen, um den Klauenwinkel fertig zu zeichnen. Daß dieser auf der anderen Seite des Sparrens durchaus

---

*) Der Punkt p bestimmt sich durch den Durchschnitt einer mit der Fußlinie der Reitersparren der Dachseite E parallelen Linie mit der rechtwinklig darauf stehenden Horizortalprojection o m der Sparrenseitenkante. Der Winkel C D E bezeichnet nämlich den Winkel unter welchem beide Trauflinien zusammenstoßen, oder den Winkel der Widerkehr. Derselbe wurde in Fig. 7 spitz, und in Fig. 9 stumpf angenommen um zu zeigen, daß das angegebene Verfahren für alle Fälle paßt.

welche ist, leuchtet ein, und es kann daher die Klaue an- schnitten werden, ohne weiterer Zeichnungen zu bedürfen, die Horizontalprojection oder die Zulage des Kehlspar- und des Dachwinkels.

§. 116.

Was die Construction eines solchen Daches im All- meinen anbelangt, so bleibt über diese nur noch wenig bemerken. Daß man, wenn irgend möglich, einen durch- henden Gratbalken anordnet, haben wir schon bei den kenlagen angeführt. Ein solcher dient dann dem Kehl- binde als Grundlinie, wenn die Dachconstruction über- upt eine solche ist, bei der die Sparren in den Balken hen. Ist dies der Fall, so wird das Kehlgebind ganz e ein Binder des Daches angeordnet; nur muß dabei f die flachere Lage seiner Sparren und auf die größere pannweite gehörig Rücksicht genommen werden. Der hlsparren wird durch die Reitersparren bedeutend be- stet, weshalb derselbe aus besonders starkem und gutem lze gefertigt, und für seine sichere Unterstützung gesorgt rden muß.

Läßt sich kein durchgehender Gratbalken anbringen, so den die Grat- und Kehlsparren in Gratstichbalken und e werden gegen den Horizontalschub durch die schon kannten Gratzangen gesichert. Hierbei ist wieder ganz sonders der Kehlsparren zu berücksichtigen, weil die Be- stung desselben weit größer ist, als die des Gratsparrens.

Hat das Dach einen sogenannten Kniestock, so daß e Sparren nicht in unmittelbarer Verbindung mit den uptbalken stehen, so müssen Grat- und Kehlsparren, nd letzterer wieder ganz besonders, gegen den Horizontal- hub gesichert werden. Im Allgemeinen wird man, von m Gebälk aus, schräg stehende Streben, die selbst einen cht sichern Stand haben, gegen die Sparren führen, und ese, so wie den Fuß der Sparren durch horizontale Zangen nfassen, wie solches schon früher besprochen ist. In den ig. 6 — 8 Taf. 62 ist absichtlich ein gewöhnliches Kehl- alkendach mit liegendem Stuhl gezeichnet, weil es das m wenigsten einfache sein dürfte, und kann man ein sol- hes construiren, so wird man auch bei einer anderen, ein- facheren Dachconstruction zum Ziele kommen. Die Zeich- nungen bedürfen übrigens keiner weiteren Erläuterung, ndern werden sich selbst erklären.

§. 117.

Sind beide Dächer der Widerkehr ungleich tief und die Satteldächer, so daß eine Verfallung entsteht, wie i Fig. 1 Taf. 61, so wird die Construction ziemlich mplicirt und ihre Stabilität immer eine geringe, beson- rs wenn der Höhenunterschied beider Firstlinien nur ge- ring ist und man doch eine „regelrechte" Verfallung dar- stellen will.

Was dabei zunächst die Bestimmung der Punkte b und c Fig. 1 Taf. 61 anbelangt, nach welcher die Grat- und Kehllinien laufen, so verlängert man die Trauflinie d f bis e, bestimmt auf der Firstlinie b g den Anfalls- punkt b so, daß er von den Trauflinien a e und a k' gleich- weit entfernt ist, und verbindet e und b durch eine Ge- rade, wo letztere von der Firstlinie h c geschnitten wird, bestimmt sich der Anfallspunkt der Kehllinie c d und der Grat b c ist ein Theil der Geraden b e.

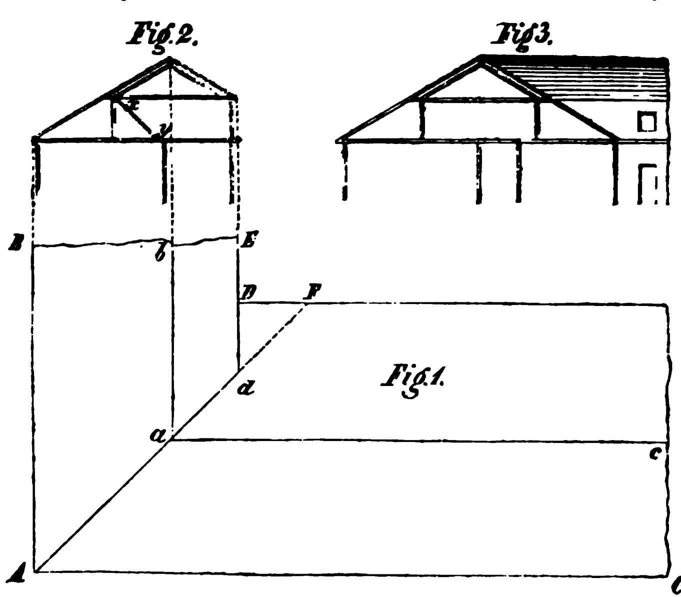
Was nun die Dachconstruction selbst anbelangt, so müssen zunächst nach den Linien c d und a b die Kehl- und Gratstichbalken in der Balkenlage angeordnet werden. Um den Grat- und Kehlsparren über a b und c d, denen die Gegensparren fehlen, am oberen Ende einen Stütz- punkt zu geben, ordnet man über m n ein Gebinde an, welches für den Grat a b zum Anfallsgebinde wird, ob- gleich es über b m nur einen Reitersparren bildet. Eben- so wird in o c ein Gebinde angeordnet, welches sich mit dem Kehlsparren c d und dem kleinen Gratsparren b c zu- sammenschiftet, selbst aber nur aus einem Sparren besteht. Daß es nun darauf ankommt, den Grat-, und besonders den Kehlsparren von der Balkenlage aus, gut zu unter- stützen, und gegen den Horizontalschub zu sichern, bemerken wir nur im Allgemeinen, denn die anzuwendenden Mittel, müssen sich nach der jedesmaligen Localität, d. h. nach den festen Punkten richten, welche die inneren Wände und Mauern des Gebäudes gewähren, so daß wir für dieselben keine speciellen Regeln anführen können. Bemer- ken wollen wir aber noch, daß es für die Festigkeit gewiß im- mer am Vortheilhaftesten ist, wenn man in b und c gut unterstützte, senkrecht stehende Pfosten anbringt, weil man von solchen aus durch wagerechte Zangen die Kehl- und Gratsparren unterstützen und so unverschiebliche Dreiecke bilden kann. Hat das niedrigere Dach, was auch in die- sem Falle von besonderem Vortheil ist, eine Firstpfette, so läßt man dieselbe jeden Falls bis zu dem Grat a b reichen weil auf ihr sowohl der Kehlsparren und der Sparren über o c ein gutes Auflager finden, als auch eine horizontale Verstrebung des Punktes c erreicht wird. Die Construc- tion bleibt aber immer eine mißliche, und ist daher mög- lichst zu vermeiden. Dies kann auf verschiedene Weise geschehen.

Ist das eine Dach nur klein im Vergleich gegen das andere, so thut man am besten, das größere Dach ganz unabhängig von dem kleineren, als vollständiges Walm- dach zu construiren, also von b bis e Fig. 1 Taf. 61, einen Gratsparren, und die Schiftsparren bis an die Linie d e reichen zu lassen. Von diesen letzteren kann man üb- rigens auch, innerhalb des Dreiecks e c d, einen um den

andern fortlassen, und daß die Sparren hier nicht eingelattet oder verschalt werden, so daß man zwischen ihnen hindurchgehen kann, versteht sich von selbst. Der Kehlsparren c d wird dann über die Walmschifter gekämmt, und oben gegen den Gratsparren b e geschiftet, während die zwischen c und l nöthigen Reitersparren sich einerseits gegen den Kehlsparren und andrerseits gegen den Gratsparren b e schiften. Letzterer wird von b bis c wie gewöhnlich abgefaßt, von c bis e aber so gestaltet, daß seine Oberfläche in die Flucht des kleineren Daches fällt.

Ist der Unterschied der Tiefe beider Gebäude nur gering, so thut man immer am besten, die Verfallung ganz fortzulassen und beide Firstlinien gleich hoch zu legen, wenn auch die Neigungswinkel beider Dächer etwas verschieden ausfallen und die Vertikalprojection des Grats nicht mit dem Eck des Gebäudes in eine gerade Linie zusammenfällt. Alsdann ist die Construction ganz dieselbe wie in Fig. 5 Taf. 62, und es geht wieder ein Gebinde in diagonaler Richtung durch, welches aus einem Grat- und einem Kehlsparren besteht.

Will man hierbei den in Bezug auf das lothrechte Gebäudeeck, schiefen Grat, der bei einer freien Lage des Gebäudes allerdings nicht gut aussieht, vermeiden, so kann man auch so verfahren wie in folgender Figur angedeutet ist. Hier laufen in Figur 1 die Firstlinien a b



und a c parallel mit, und sind gleich weit von den Fronten A B und A C entfernt, so daß der Grat A a in der Horizontalprojection den Winkel B A C halbirt. Bei dem weniger tiefen Dache liegt nun die Firstlinie nicht in der Mitte, und wenn man beiden Dachlangseiten gleiche Neigungswinkel gibt, so liegt auch die innere Trauflinie dieses Daches höher als die äußere; und da letztere mit der innern Trauflinie des größeren Daches gleich hoch liegt, so tritt die höher liegende des kleineren Daches noch auf die innere Dachfläche des größeren Daches etwas hinauf bis d, so daß der Querschnitt des kleineren Daches sich nach Fig. 2 gestaltet. Besonders vortheilhaft wird diese Constructionsweise dann, wenn die höher liegende Trauflinie gerade in die Ebene der Kehlbalken fällt, weil man dann Dachzimmer mit vertikalen Frontwänden anordnen kann. Da die äußere Dachseite des kleineren Gebäudes nun ein größeres Gewicht hat, so wird es nöthig, in den Bindern eine Strebe x y Fig. 2 anzubringen, um diesem Gewichte eine wirksame Stütze zu geben.

Die Construction hat nun weiter keine Schwierigkeiten. Man legt in der Richtung A F ein Kehl-Gratgebinde durch, und bildet den kleinen Dachtheil d D F durch kurze Schiftsparren die sich gegen den Kehlsparren a F lehnen. Dieser Kehlsparren behält den Querschnitt eines solchen nur von a bis d und von d bis F liegt seine Oberfläche ganz in der Dachfläche d D F.

Ist eins der Dächer ein Pultdach und zwar das kleinere, wie in den Fig. 2 und 4 Taf. 61, so construirt man in beiden Fällen das größere Satteldach ganz unabhängig von dem Pultdache als ein Giebeldach, kämmt auf die Sparren desselben die nöthigen Kehlsparren nach den vorher ausgemittelten Kehllinien auf, und läßt die Reitersparren des Pultdaches sich gegen diese Kehlsparren anschiften. Daß in diesen Fällen die Richtung der Kehllinien immer gegeben ist, leuchtet ein, wenn man sich daran erinnert, daß sämmtliche Dachflächen gleiche Neigung haben und daher die Horizontalprojection der Kehllinie den Winkel der Widerkehr halbiren muß, und in dieser Richtung bis zur Firstlinie des Pultdaches fortläuft.

Ist endlich das Pultdach das tiefere, und daher seine Firstlinie die höhere, wie in Fig. 3 Taf. 61, so wird man wohl wieder am einfachsten zum Ziele gelangen, wenn man dasselbe Verfahren wie in dem letzten Falle anwendet, d. h. das Pultdach als vollständiges Pult-Walmdach construirt, dessen Gratsparren von d bis c reicht und gegen welchen sich der kürzere Kehlsparren in c anschiftet, während er seiner Länge nach durch die Sparren des Pultdaches, auf welche er aufgekämmt wird, gestützt ist. Will man dieser Constructionsweise nicht folgen, sondern eine eigentliche Verfallung construiren, so wird man über c f Fig. 3 einen Sparren anordnen müssen, welcher sich mit dem Gratsparren b c und dem Kehlsparren c d im Punkte c zusammenschiftet. Gut wird es in diesem Falle immer sein, wenn man in c einen gehörig unterstützten, vertikalen Pfosten anbringen kann.

Daß dergleichen Constructionen, abgesehen von den bekannten Schwierigkeiten welche die Eindeckung der Kehlen verursacht, immer wenig Stabilität gewähren, ist leicht ersichtlich, und man hat daher auf die Gestaltung der Dächer

bei dem Entwerfen der Gebäude sorgfältig Rücksicht zu nehmen. Die einfache Widerkehr und die in Fig. 3 und 4 **Taf. 61** gezeichneten Fälle, sind indessen leicht und sicher auszuführen und werden auch am meisten vorkommen, wohingegen die in Fig. 1 und 3 dargestellten, meistens zu vermeiden sein werden.

§. 118.

Stößt das eine Gebäude nicht gerade am Eck an das andere, sondern mehr in der Mitte seiner Länge, so treten ganz ähnliche Fälle ein, wie die eben besprochenen; nämlich das anstoßende Gebäude kann mit dem Hauptgebäude gleiche Tiefe haben oder nicht, und im zweiten Falle kann diese größer oder kleiner als die des Hauptgebäudes sein. Hieraus ergeben sich die in Fig. 5 — 7 **Taf. 61** dargestellten Dachverbindungen; und über diese noch einige Worte.

Der in Fig. 5 dargestellte Fall, stimmt fast ganz mit der einfachen Widerkehr überein; über **ab** und **bc** müssen Kehlsparren angeordnet werden, die sich in **b** gegen einen etwas starken Sparren über **be** anschiften. Alle drei Sparren müssen gut gegen den Horizontalschub gesichert werden, was bei den Kehlsparren auf die schon angegebene Art durch Gratzangen, Streben rc. geschehen kann und bei dem Sparren über **be** dadurch, daß man seinen Balken jedenfalls bis über die nächste, mit der Vorderfront parallele Wand reichen läßt und hier gut befestigt. Ist kein solcher Balken vorhanden, wie bei einem Kniestock, so muß der Sparren durch eine besondere Strebe und eine horizontale Zange unterstützt werden. In dem Falle, wenn die Firstlinie des anstoßenden Daches tiefer liegt (Fig. 6 **Taf. 61**), wendet man die schon öfter genannte Constructionsweise an, daß man nämlich das höhere Dach ohne Rücksicht auf das kleinere construirt, und die Kehlsparren **ab** und **bc** auf die Sparren dieses Daches aufkämmt. Auf welche Weise der Anfallspunkt **b** der Kehlsparren in der Horizontalprojection gefunden wird, zeigt der seitwärts in die Horizontalebene niedergeklappte Querschnitt ohne weitere Erläuterung. In diesem Falle ist es nicht gerade nothwendig, daß man über **de** eine Gebinde anordnet, doch aber würde ein solches den beiden Kehlsparren an ihrem oberen Ende ein gutes Auflager gewähren. In dem dritten Falle Fig. 7 entsteht wieder eine eigentliche Verfallung, die, wie früher, auf verschiedene Weise construirt werden kann. Liegt nämlich die Firstlinie des Hauptgebäudes viel tiefer als die des anstoßenden, so kann man letzteres als ein ganzes Walmdach construiren, d. h. Gratsparren von **e**, nach **b**, und **d**, führen, so daß die Kehlsparen über **ab** und **cd** wieder als aufgekämmt erscheinen, mithin die vielfach erwähnte Construction auch hier Anwendung findet. Oder man stellt die eigentliche Verfallung dar, d. h. läßt die Grat- und Kehlsparren mit einem Sparren der Hauptfronte über **a, a** und **c, c** sich zusammenschiften. In diesem Falle ist eine Firstpfette in dem niedrigeren Dache wiederum von großem Nutzen und wenn man keine solche hat, so bringt man sie wenigstens in Gestalt eines Riegels zwischen den Punkten **a** und **c** an. Auch bei diesem Falle zeigt der zur Seite gezeichnete Durchschnitt, ohne weitere Erläuterung, auf welche Weise die Richtungen der Grat- und Kehlsparren in der Horizontalprojection gefunden werden können.

Die zuletzt besprochenen Fälle kommen oft in der Art vor, daß das anstoßende Gebäude nur als ein Vorsprung des andern, d. h. als ein sogenanntes R i s a l i t erscheint, wie in Fig. 8 **Taf. 61**. Beträgt hierbei der Vorsprung bei **a** und **b** nicht mehr als etwa 2 Fuß, so construirt man keine Verfallung, sondern deckt den Vorsprung durch Aufschieblinge oder Leisten die man auf die in der Trauflinie **ab** gerade durchgehenden Sparren des Hauptdaches aufnagelt. Diese können kurz sein, wenn man sie mit Metall abdecken kann, müssen aber länger werden, wenn auch für sie Ziegel das Deckmaterial sind. Die hierbei entstehenden lothrechten, dreieckigen Zwickel, zwischen dem Hauptdache und der höher liegenden Dachfläche des Risalits sind zwar ein Uebelstand, wegen ihrer geringen Höhe aber nur in weiter Ferne sichtbar, und wenn man sie mit Schiefern oder Metall bekleidet, leicht dauerhaft herzustellen. Ist der Vorsprung größer, so gehört der Fall in den Bereich der eben besprochenen und wird analog von den in Fig. 5—7 dargestellten behandelt; namentlich auch dann, wenn das Risalit ein sogenanntes „Fronton“, d. h. einen Giebel bildet.

§. 119.

Wir haben in dem Vorstehenden die Construction in den verschiedenen Fällen nur angedeutet, weil detailirte Zeichnungen doch nur immer für einen bestimmt gegebenen Fall maaßgebend sein, auch nur eine Art der Dachconstruction darstellen könnten. Um aber doch ein Beispiel von einem zusammengesetzten Dache zu geben, haben wir auf **Taf. 60** ein solches dargestellt, bei welchem zwar keine Verfallung, wohl aber eine windschiefe Dachfläche vorkommt. Fig. 1 zeigt die Zulage oder den Werksatz, d. h. die Horizontalprojection aller horizontal liegenden und vertikal stehenden Hölzer, wobei die letzteren im horizontalen Durchschnitte erscheinen. Der Grundriß des angenommen Gebäudes ist ein möglichst unregelmäßiger. Bei **T** ist ein von oben erleuchtetes Treppenhaus gedacht, so daß sowohl einige Kehlbalken als Sparren ausgewechselt erscheinen, wie solches aus Fig. 2 **Taf. 59** zu ersehen ist. Die gewählte Dachconstruction ist die eines Kehlbalkendaches mit stehendem Stuhl, dessen Sparren unmittelbar

auf den Balken stehen und zugleich auf eine Sparrenschwelle aufgekämmt sind. Fig. 2 **Taf. 59** zeigt das Bindergespärre. Die windschiefe Dachfläche ist „auf den Grat abgeschiftet" so daß die krummen Grat- und Kehlsparren vermieden sind und nur das Stück D C B E Fig. 1 **Taf. 60** windschief bleibt. Die Abschiftung ist auf den Sparren über D E und B C vorgenommen, welche in Fig. 3 **Taf. 59** mit ihren verschiedenen Neigungen im größeren Maaßstabe besonders gezeichnet sind. Wollte man diese Abschiftung nicht vornehmen, so würde man eine von krummen Grat- und Kehlsparren begränzte Windschiefe A E P M Fig. 1 **Taf. 59** erhalten, welche Figur den in Rede stehenden Grundriß im halbem Maaßstabe darstellt.

In der Widerkehr Fig. 1 **Taf. 60**, bilden sich zwei Dachkehlen, denen eben so viele Gräte entgegenstehen. Die Gratsparren fallen indeß nicht mit den Kehlsparren in einerlei Vertikalebene zusammen, weshalb in den Anfallspunkten vertikal stehende Pfosten angebracht sind. Der Kehlgratbalken BF nimmt zugleich viele Stichbalken auf, ist deshalb doppelt genommen und reicht bis zur Vorderfront des Gebäudes.

Auf welche Weise die beiden langen Kehlsparren unterstützt sind, zeigen die (punktirt gezeichneten) in die Horizontalebene niedergeklappten Längendurchschnitte derselben. Der Kehlsparren B G wird in seinem unteren Theile durch die Mauer des Treppenhauses unterstützt, weshalb er nur noch durch den Stuhlpfosten H getragen wird, welcher zugleich die hier ein Eck bildenden Stuhlpfetten unterstützt. Der Stuhlpfosten A ist in Fig. 3 **Taf. 60** in größerem Maaßstabe gezeichnet, wo seine Verbindung mit dem Kehlbalken durch Laschen deutlich angegeben ist.

Fig. 4 zeigt die beiden Kehlsparren, da wo sie bei dem Punkte B Fig. 1 zusammen treffen, in der Horizontalprojection und je drei vertikale Durchschnitte durch die Mitte der Sparren und längs ihrer äußern Flächen, aus welchen die Gestalt der Sparrenschwelle an dieser Stelle, und die verschiedene Tiefe der Einkämmung der Sparren auf derselben, deutlich wird. Fig. 5 **Taf. 60** zeigt den Vertikalschnitt durch den Grat G L welche Figur ihrer Hauptsache nach die Construction sämmtlicher Gräte darstellt. Fig. 6 **Taf. 60** ist ein Theil des Längenschnitts des Daches, da wo es regelmäßig gestaltet ist, und zeigt den Längenverband durch Kopfbüge, welche von den Pfosten nach den Pfetten reichen. Diese letztere Verbindung ist in Fig. 4 **Taf. 59** in isometrischer Projection noch besonders dargestellt.

Fig. 5 **Taf. 59** ist ein Durchschnitt nach der Linie BK Fig. 1 **Taf. 60** und zeigt den über E D befindlichen Sparren zum Theil punktirt, er ist mit c bezeichnet und der über B C befindliche mit a. Dieselbe Bezeichnung ist in Fig. 3, 5 und 6 dieser Tafel beibehalten, die diese Sparren in vertikaler und horizontaler Projection zeigen und aus welcher die Gestalt der Sparrenschwelle an der windschiefen Dachfläche deutlich wird. Das untere Ende der Horizontalprojection Fig. 6 ist heraufgerückt um Platz zu gewinnen, correspondirt aber mit der darüber stehenden Vertikalprojection, so daß diese in ihrer richtigen Lage sich befindet. Alles übrige wird aus den Figuren deutlich hervorgehen, welche wir unsern jüngern Lesern einer recht aufmerksamen Betrachtung empfehlen.

§. 120.

Ehe wir das Kapitel von den Dächern, ganz verlassen, müssen wir noch eines Gegenstands erwähnen, den man allenfalls mit zu den zusammengesetzten Dächern rechnen könnte; wir meinen die sogenannten Dachreiter. Es kommt nämlich zuweilen vor, besonders bei Kirchen, Rathhäusern ꝛc., daß man kleine Thürme auf den Gebäuden anbringen will, die nicht von unten auf selbständige Gebäude bilden, sondern nur durch das Dach getragen werden oder, wie man sich wohl auch ausdrückt, darauf „reiten"; daher der Name. Diese in ihren Abmessungen immer kleinen Thürme, ragen mit ihren lothrechten Umfassungswänden aus der Hauptdachfläche heraus und dieses bildet daher an jenen sogenannten „Dachanstöße" deren Construction wir bereits im ersten Theile kennen gelernt haben. Die Dächer der Thürmchen sind Zeltdächer, die wir auch bereits kennen, so daß es also nur darauf ankommt, zu zeigen wie das Thürmchen, oder vielmehr seine Eckpfosten, mit der Dachconstruction verbunden werden müssen, um an letzteren eine Stütze zu finden. Sind die Dachbalken gehörig von unten durch Scheidewände ꝛc. unterstützt, so wird die Sache keine Schwierigkeit haben, und ist dies nicht der Fall, so wird man sich durch Hängewerke zu helfen suchen, deren specielle Anordnung aber immer von den in jedem einzelnen Falle gegebenen Bedingungen abhängen wird. Um indeßen auch diesen Fall mit einem Beispiele zu belegen, mag das auf **Taf. 63** gezeichnete Dach dienen. Dasselbe zeigt zugleich ein achtseitiges Zeltdach mit 4 Hängewerken, deren Tramen die allein durchgehenden Balken bilden.

Fig. 1 zeigt diese Hängwerke, mit ihren vierfachen Hängsäulen in der Horizontalprojection, und zugleich die auf den Spannriegeln derselben aufliegenden, doppelten zangenartigen Kehlbalken, welche die von den Ecken der Grundfigur aufsteigenden Gratsparren umfassen. Von diesen Zangen gehen, zwei sich rechtwinklig kreuzende, in ganzer Länge durch, liegen aber, wie aus den Fig. 2 und 6 deutlicher zu ersehen ist, nicht bündig. Die anderen vier Zangen sind in Wechsel eingezapft, welche auf und in den ersteren ihre Befestigung finden. Die langen Zangen umschließen zugleich eine bis zur Spitze des Daches reichende Helmstange schloßartig.

Auf den eben beschriebenen Zangen liegen die Schwellen des achteckigen Dachreiters, in welche die acht doppelten Eckpfosten desselben eingezapft sind, und die acht Gratsparren des Hauptdaches umfassen, wie solches der in Fig. 4 gezeichnete Horizontalschnitt zeigt.

Etwa in der Mitte der Länge, mit welcher diese Doppelpfosten in das Hauptdach hinabreichen, umfassen sie acht Kehlbalken die an die Gratsparren des Hauptdaches angeblattet sind. Dieselben umschließen zugleich die Helmstange und liegen in verschiedenen Horizontalebenen, wie dies so wohl aus dem Horizontalschnitte Fig. 5, als aus Fig. 2 zu ersehen ist.

Auf den eben erwähnten Kehlbalken und auf den unteren Doppelzangen liegen die Pfetten für die Leersparren des Hauptdaches, welches daher als ein Pfettenstuhldach erscheint. Diese Pfetten bilden einen horizontal liegenden Kranz und müssen daher auf ihren Unterlagen die, wie beschrieben, nicht bündig liegen unterfuttert werden; bei der oberen geschieht dies (wie Fig. 2 links zeigt), da wo es nöthig wird, durch kurze, vertikale Pfosten, welche auf die am tiefsten liegenden Kehlbalken gezapft sind.

Die Leersparren des Hauptdaches stehen in einem Stichgebälke und sind außerdem noch auf eine Sparrenschwelle aufgekämmt, was, trotz ihrer steilen Stellung, des Horizontalschubes wegen nothwendig erscheint, weil ihnen die Kehlbalken fehlen und sie sich an ihren oberen Enden nur gegen die Gratsparren lehnen.

Die kleine Pyramide des Dachreiters bedarf keiner weiteren Erläuterung.

Die Decke des Raumes bildet eine Pyramide und ist auf die Weise angeordnet, daß flacher liegende (schwächere) Streben unter denen des Hängwerks liegen, die von den Hauptbalken bis an die Hängsäulen reichen. Von diesen laufen dann gratförmige Streben nach dem geschnitzten Knaufe am untern Ende der Helmstange, welche mit den beiden zuerst genannten Streben, die sich an ihrem Fuße vereinigen, in einerlei Ebene liegen. Diese flacher liegenden Streben sind auf ihrer oberen Seite mit einer Bretterverschalung versehen, welche die Decke schließt. Da wo sich die gratförmigen Streben mit den übrigen vereinigen, gehen horizontale Riegel von einer Hängsäule zur andern, welche der Bretterverschalung zur Stütze dienen.

Siebentes Kapitel.

Die Gesimse.

§. 1.

Alles was wir über die Hauptformen der Gesimse und über ihre Eintheilung in Haupt-, Gurt-, Fuß- ꝛc. Gesimse im ersten Theile Kapitel 4 gesagt haben, findet auch hier seine Anwendung; und da wir hierbei wieder nur hauptsächlich das Constructive derselben näher in's Auge zu fassen haben, so werden wir, hier wie auch dort, nur von den Hauptgesimsen, d. h. von denen welche zugleich die Traufe eines Gebäudes bilden, oder wenn an Stelle derselben eine Dachrinne angebracht ist, die Befestigung dieser zum Zweck haben, sprechen. Nur diese lassen sich eigentlich construiren, d. h. so darstellen, daß ihre Hauptformen durch die Nothwendigkeit bedingt werden. Alle übrigen Gesimse, in sofern sie von Holz dargestellt werden, haben meistens nur Decoration zum Zweck, ahmen häufig Steingesimse nach und werden aus Dielen und Brettern mit dem Hobel ausgearbeitet und durch Nägel und Schrauben, oder gar durch Leim, wie ein gewöhnliches Brett, befestigt. Die eigentlich einfassenden Gesimse, besonders die „Thür- und Fenstereinfassungen“, werden wir aber, da ihre constructive Nothwendigkeit nur nachgewiesen werden kann, wenn wir die Thüren und Fenster selbst besprechen, diesen aber ein besonderes Kapitel gewidmet ist, dort wo von den Thüren und Fenstern selbst die Rede ist, als am geeignetsten Orte, besprechen.

§. 2.

Die hölzernen Hauptgesimse sollten füglich, als aus einem ganz anderen Material bestehend, immer ganz andere Formen zeigen, als solche von Stein. Leider ist dies aber sehr häufig nicht der Fall, und die leidige Gewohnheit, hölzernen Gesimsen durch Ueberkleisterung mit Mörtel, oder durch farbige Anstriche das Ansehen zu geben, als seien sie aus großen Werksteinen construirt, hat so überhand genommen, daß es sehr schwer halten wird dieselben, besonders aus dem Privatbauwesen, wieder zu verdrängen. Unrichtige Begriffe von Schönheit in der Baukunst und der liebe alte Schlendrian sind mächtige Feinde, und um so schwerer zu bekämpfen, als sie oft Baumeister zu Verbündeten haben, denen man eigentlich eine solche Perfidie gegen die Kunst gar nicht zutrauen sollte.

Dem Privatmanne kann man es kaum verargen wenn er, öffentliche Gebäude zum Muster nehmend, dergleichen Gesimse an seinem neuen Hause verlangt, und auf die Einwendungen gegen dieses Verlangen sehr naiv erwidert, er brauche nicht solider zu bauen als der Staat, der ja nur von geprüften Technikern bauen lasse. Es ist daher doppelte Pflicht der Staatsbaubeamten, hier mit gutem Beispiele voran zu gehen, gerade weil ihnen so gern und oft nachgeahmt wird. Es läßt sich auch gar kein haltbarer Grund für dergleichen Decorationen anführen; das Holz ist einmal ein weniger dauerhaftes und leicht verbrennliches Material, und durch das Ueberkleiden mit Mörtel und Gyps wird es weder dauerhafter, noch unverbrennlicher, wie dies die Erfahrung zur Genüge lehrt.

Hölzerne Hauptgesimse sind in Städten, wo die Häuser in geschlossenen Reihen stehen, sehr feuergefährlich; besonders wenn sie recht gut in Oelfarbanstrich erhalten werden. Der große Brand in Hamburg 1842 hat dies so recht augenfällig bewiesen, so daß er das heilsame Verbot aller hölzernen Hauptgesimse in dieser Stadt zur Folge gehabt hat.

Schöner wird ein solches Gesimse aber auch nicht, wenn man ihm die Maske eines Steingesimses vorhängt. Sie ist zu durchsichtig, der Mörtel fällt bald ab, die Sonne zieht die, mächtige Steinplatten darstellenden, Flächen krumm und schief, die Fugen öffnen sich, kurz die innere Erbärmlichkeit kommt bald zum Vorschein. — Man möge uns hier diese Abschweifung verzeihen; wenn man aber Zeuge ist, wie bei großen öffentlichen Gebäuden, die in den Mauern von Stein, mit Säulen und ornamentirten Pilastern versehen, ja mit Bildhauerarbeit in größeren Bildwerken verziert, durchaus kein Streben nach ängstlicher Spaarsamkeit verrathen, mit hölzernen, steinfarb angestrichenen Gesimsen versehen werden, über denen sich, um den Scandal voll zu machen, wieder Attiken von Sandsteinquadern ɔc. erheben, so muß jeder Architekt, dem es um seine Kunst ernst ist, seine Stimme erheben und ein solches Verfahren mit dem rechten Namen benennen.

Große Kunst wird zu der Darstellung von dergleichen Gesimsen endlich auch nicht erfordert, man nagelt, schraubt und pappt die Holzstücke und Bretter zusammen, wie es der Schreiner oder Zimmermann für gut findet, und der Anstreicher ist der eigentliche Mann der Kunst; sein Pinsel ist die Hauptsache, aus seinen Farbentöpfen zaubert er die Quadersteine hervor, die „dreimal gut mit Oelfarbe gestrichen," wohl gar noch mit wirklichem Sand von zertrümmerten Quadern „eingesandet", prächtig in der Sonnenbeleuchtung dastehen, bis eben diese Sonne, ihr ärgster Feind, das Oel ausgezogen, die erdigen Theile der Farbe abgeblättert und die Armseligkeit des ganzen Machwerks wieder zu Tage gefördert hat. — Darum, kann man kein steinernes Gesimse, der Kosten wegen, anordnen, nun so mache man ein hölzernes, habe aber auch dann den Muth dieses zu zeigen und bleibe bei der Wahrheit. Wir wollen später ein Beispiel von der Darstellung der ebenbesprochenen hölzernen Steingesimse geben, weil sie leider einmal existiren und troß unserer Philippika nicht so bald verschwinden werden, jetzt uns aber zu den hölzernen Gesimsen wenden, wie solche aus der Construction vernünftiger Weise hervor gehen.

§. 3.

Der Zweck eines Hauptgesimses ist, der unter ihm liegenden Fläche Schutz zu gewähren und das vom Dache kommende Wasser, weit genug von dem Gebäude, abtropfen zu lassen, oder in einer Rinne zu sammeln und so unschädlich abzuführen. Dieser Zweck wird um so vollständiger erreicht, je weiter das Gesimse vorragt, d. h. je größer seine Ausladung ist. Wir haben gesehen, daß die Größe dieser Ausladung bei steinernen Gesimsen, theils durch die Stärke der ihnen zur Stütze dienenden Mauern, theils durch die Gestalt und geringe relative Festigkeit der Steine in ziemlich enge Grenzen eingeschlossen wurde. Diese Grenzen erweitern sich bei hölzernen Gesimsen bedeutend, in sofern sie durch die Eigenschaften des Materials bedingt werden; wonach große Ausladungen für diese Gesimse bezeichnend sind.

Es handelt sich daher, in constructiver Beziehung, hauptsächlich um die Darstellung dieser großen Ausladung, d. h. einer weiten Hervorragung der Dachtraufe. Dies kann auf zweierlei Weise erreicht werden, indem man entweder die Dachbalken weit genug über die Frontwände hinausragen, oder die Dachsparren überhängen läßt. Hierdurch ist das Prinzip der Construction, und die Hauptform des Gesimses ausgesprochen, und es ist nun Aufgabe der Kunst, diese Form artistisch aus- und durchzubilden. Die große und leichte Bildsamkeit des Materials erleichtert dies ungemein, indem man Balken und Sparren nach passenden Formen ausschneiden, und mit Zuhülfenahme von einiger Bemalung so reich verzieren kann, als es die Geldmittel erlauben. Wird die Ausladung bedeutend, so kann man die hervorragenden Balken durch, ebenfalls geschnitzte und verzierte, Konsols unterstützen und bei vorragenden Sparren hierzu Kopfbüge anwenden. Die hängende Platte, welche bei den Steingesimsen eigentlich die Abweisung des Traufwassers zum Zwecke hatte, fällt bei hölzernen Gesimsen fort und erscheint in einzelne Hervorragungen aufgelöst, welche unmittelbar das Traufbrett der Eindeckung, oder die Dachrinne tragen. Wir werden später einige Beispiele von solchen Gesimsen geben, wollen aber zuerst die Fälle besprechen, in denen es sich nur um die Darstellung einer einfachen Traufe handelt.

§. 4.

Bei landwirthschaftlichen Gebäuden, als Scheunen, Viehställen ɔc. handelt es sich häufig nur um einen Verschluß der Balkenfache an der äußeren Front, und um die Darstellung einer Traufe, indem man bei diesen Gebäuden selten Dachrinnen anbringt. Stehen hierbei die Dachsparren unmittelbar in den Dachbalken, so werden letztere, nach Fig. 1 **Taf. 64**, entweder senkrecht auf die Neigung der ersteren, oder „dachrecht" nach Fig. 2 abgeschnitten. Im ersten Falle pflegt man die Dachbalken, aus Erspaarniß, mit ihrer Unterkante nur eben bis zur vorderen Stirn der Mauer oder Wand reichen zu lassen, so daß ein vor die Stirnen der Balkenköpfe genageltes, sogenanntes **Gesimsbrett**, welches scharf unter das Traufbrett

gepaßt wird, die Balkenfache schließt und das ganze Gesims bildet. Im zweiten Falle ragen die Balken weiter hervor und das Gesimsbrett wird in horizontaler Lage an der Unterfläche der Balken festgenagelt, wodurch wiederum der Zweck erreicht ist. In beiden Fällen hat man Sorge zu tragen, daß das Traufbrett über das Gesimsbrett etwas hinausragt, damit hier nicht so leicht Einwehungen stattfinden können.

Sollen in diesen Fällen Dachrinnen angebracht werden, was zuweilen, wenigstens auf kurze Strecken über den Eingängen der Ställe ꝛc., wünschenswerth ist, so hängt man dieselben ganz einfach, mittelst sogenannter Rinnhaken, welche entweder seitwärts an die Sparren genagelt, oder in die Stirne der Balken eingeschlagen werden, vor und unter der Traufe auf, wie dies die Figuren zeigen. Das für diese Rinnen nothwendige (übrigens immer geringe) Gefälle, erlangt man durch eine tiefere oder höhere Befestigung der Rinnhaken, was zwar gerade kein gutes Ansehen gewährt, aber am einfachsten zum Zwecke führt.

Sind die Sparren auf eine Schwelle oder eine Pfette aufgekämmt und bilden durch ihr Ueberhängen die Traufe oder das Hauptgesims, so kann man, wenn die Frontwand eine massive Mauer ist, das Mauerwerk zwischen den Sparren bis unter die Belattung oder Verschalung der letzteren reichen lassen und so den Schluß zwischen denselben bilden. Um es dem Winde unmöglich zu machen, das Deckmaterial von unten zu heben, ist es nöthig den überragenden Theil der Dachfläche dicht mit Brettern zu verschalen und die hierzu verwendeten Bretter zu spunden, oder die Fugen derselben mit Latten zu benageln; wodurch sich eine sehr passende, durch die Construction begründete Verzierung bilden läßt. Ist hierbei das Deckmaterial auf Latten befestigt und will man die überhängenden Sparren, nach Fig. 3 Taf. 64, sichtbar lassen, so müssen dieselben, so weit die untere Verschalung reicht, um die Dicke der Schalbretter ausgeschnitten werden, damit die Lattenoberfläche sich in einer Fläche fortsetzen kann.

Ist die Frontwand von Holz, so kann man den Schluß zwischen den überhängenden Sparren durch ein, unterhalb an der Wandpfette festgenageltes Brett, welches bis unter das Deckmaterial reicht, bewirken. Dieses Brett kann, zur Gewinnung von Luftöffnungen, nach sternförmigen oder andern Figuren durchbrochen und an seiner Unterkante gezackt oder nach geschweiften Linien ausgeschnitten werden, und so wiederum Gelegenheit geben, eine passende Verzierung zu bilden. Die Fig. 4—5ᵇ Taf. 64 zeigen einige hierher gehörige Gesimsbildungen, die einer weiteren Erläuterung nicht bedürfen.

§. 5.

Soll ein solches Gesims zugleich eine Dachrinne tragen, um mittelst dieser das Dachwasser abzuführen, so wird die Construction etwas weniger einfach. Besonders erfordert die Anbringung des Abfallrohrs für die Rinne, bei weitausladenden Gesimsen, reifliche Ueberlegung, wenn dasselbe nicht unangenehm in's Auge fallen soll. Bei der Anbringung der, immer aus Metallblech zu fertigenden, Rinne ist zu berücksichtigen, daß eine, in der Rinne etwa entstehende, Beschädigung leicht zu entdecken ist, und daß das durch eine solche dringende Wasser die Mauern oder Wände des Gebäudes nicht beschädigen kann; ferner muß der, unter das Deckmaterial reichende, Rand des Rinnenbleches immer so hoch auf das Dach hinaufreichen, daß er höher liegt, als der vordere Rand der Rinne, damit, bei einer etwaigen Verstopfung der Abfallröhren, das Wasser früher über den vordern Rand der Rinne stürzt, bevor es auf dem Dache höher steigt als das Rinnenblech reicht, und so in das Innere des Gebäudes dringt.

Hiernach ist es, besonders bei großen und flachen Dachflächen, besser, die Rinne vor die Sparrenköpfe zu hängen, um die Höhe dieser für die Tiefe jener zu gewinnen, als die Rinne oberhalb der Sparren zu befestigen. In diesem Falle wird man die früher erwähnte Verschalung etwa nach Fig. 4 Taf. 64 anbringen, und gegen Latten befestigen, die seitwärts an die Sparren genagelt sind.

Sehr oft wird die Rinne durch eine davor befestigte, gekehlte Diele maskirt; doch ist eine solche Anordnung nicht zu empfehlen, weil diese Diele nur die Feuergefährlichkeit vermehrt, wenig Dauer gewährt und auch gewöhnlich umständlich und nur unvollkommen zu befestigen ist. Hinter einer solchen Diele kann man zwar eine einfache Rinne mit dem nothwendigen Gefälle (etwa 1 bis 1½ %) in geneigter Lage befestigen, ohne in der äußeren Ansicht die horizontale Linie aufzugeben, doch ist es gewiß besser, statt der Diele eine Verkleidung von Metallblech, oder eine vorn doppelte Rinne anzubringen. Will man hierbei die Rinnhaken nicht sehen lassen, so finden diese zwischen der Verdopplung eine Stelle. Aber auch diese Maskirung eines nothwendigen Constructionstheils ist nicht nothwendig. Im Gegentheil, man kann die Rinnhaken sehr wohl zeigen, wenn man ihre Form nur etwas ausbildet, sie etwa mit palmettenartigen Verzierungen versieht und die Rinne einfach dahinter legt, wie dies in der, zu Fig. 6ᵃ gehörigen, Vorderansicht Fig. 6ᵇ Taf. 64 angedeutet ist.

Bringt man aber, wie in Fig. 7 Taf. 64 oder Fig. 2 Taf. 65, die Rinne oberhalb der Sparren an, wie dies bei kleineren Dachflächen wohl angeht, so wird man ein gekehltes Holz auf den Sparren leicht solide befestigen können, und die Rinne besteht dann eigentlich nur aus einer Blechhinterfutterung, welche zugleich das nothwendige Gefälle enthält. Hierbei ist es dann aber durchaus nöthig, daß der obere Rand dieses Rinnenblechs höher liegt als die Vorderkante der Rinne.

Auf welche Weise man weit vorragende Sparren durch Consols unterstützen und diese selbst zierlich geschnitzt, als Verzierung benutzen kann, zeigt beispielsweise Fig. 5 **Taf. 64** und Fig. 2 **Taf. 65.**

§. 6.

Läßt man die Köpfe der Balken zur Bildung des Gesimses vortreten, so kann man dieselben nach Fig. 6, a—c **Taf. 64** vorn nach irgend einem Profile schnitzen und durch darunter befestigte Konsolen noch mehr verzieren, oberhalb derselben eine Verschalung von Dielen oder Brettern (die nach Fig. 6ᶜ Cassetten bilden können) anbringen, und auf dieser die Rinne aus Metallblech lagern, die nun vor den Sparren hängt.

Sehr häufig werden aber in diesem Falle die hervorragenden Balkenköpfe zur Bildung einer Hängplatte benutzt, indem man, nach Fig. 4 **Taf. 65**, die Vorderseite und die Unterfläche mit Brettern bekleidet, während das Untergesims entweder aus Hausteinen gebildet, meistens aber aus Putz gezogen, oder auch wohl aus Holz bargestellt wird. Der Rinnleisten, sehr häufig aus einer gekehlten Bohle, oder aus einem „Ganzholze“ bestehend, maskirt dann die Rinne. An manchen Orten wird nur die Vorderseite der Balkenköpfe mit Brettern bekleidet, die Unterseite aber nach Fig. 4 belattet und dann geputzt. Man hält dies letztere Verfahren für feuersicherer; namentlich soll eine aus den Fenstern des oberen Stockwerks schlagende Flamme das Gesims nicht so leicht anzünden, als wenn die Unterfläche der Hängeplatte ein, mit Oelfarbe angestrichenes, Brett bildet.

Will man die Balkenköpfe sichtbar lassen, so müssen sie gleiche Entfernungen von einander zeigen, und da dies öfter seine Schwierigkeiten hat, wenn man nicht, des Gesimses wegen, ein Stichgebälk anordnet, eine gleiche Spareneintheilung, bei einem Pfettendache, aber selten irgend Anstand finden dürfte, so ist die Bildung der Gesimse durch hervorragende Sparren leichter als die eben besprochene; auch wohlfeiler, weil das Balkenholz mit der Länge bedeutend im Preise steigt.

Kann man die nothwendige Dachrinne nicht über die Front des Gebäudes hinaushängen, wie bisher angenommen wurde, so ist es besser, dieselbe ganz in das Innere hinter die Mauer oder Wand zu legen, als auf dieselbe, etwa nach Fig. 3 **Taf. 65**, weil man so einen entstehenden Leck leichter wahrnehmen und repariren kann, besonders wenn das Dach mit einem sogenannten Kniestocke versehen ist. Legt man aber die Rinne gerade über die Mauer oder Wand, so bemerkt man einen entstehenden Leck gewöhnlich nicht früher, als bis die Mauer oder Wand darunter ganz durchnäßt ist, und die sichtbar werdenden Flecke das Dasein eines Lecks anzeigen.

§. 7.

Die Lecke in den Rinnen entstehen nicht nur durch das Verrosten der Rinnenbleche und durch ein unvorsichtiges Reinigen derselben, sondern auch durch das Herabschießen lose gewordener oder zerbrochener Ziegeln. Man müßte daher die Vorderkante der Rinne so tief legen, daß die verlängert gedachte Dachfläche darüber hinausreicht, und auf dieser herabschießende Gegenstände über die Rinne fortgeleitet würden. Dies ist aber einmal nur bei flachen Dächern ohne Uebelstand zu bewerkstelligen, und hier nicht nöthig, weil auf einem solchen Dache Gegenstände, wie Ziegel oder Schieferstücke liegen bleiben; und bei steilen Dächern ist das Verfahren auch nur dann anzuwenden, wenn längs des Gebäudes keine öffentliche Passage stattfindet, weil sonst die Vorüberwandelnden der Gefahr ausgesetzt werden, von den herabfallenden Steinen beschädigt zu werden. Der erwähnte Fall kommt besonders bei hohen Gebäuden mit steilen Dächern, also bei den meisten unserer älteren Kirchen vor; und da bei diesen sehr oft die Rinnen ganz fehlen, so sind eigene Schutzbretter, mittelst eiserner Haken angebracht die, kurz über der Traufe und senkrecht auf der Dachfläche stehend, den Zweck haben herabschießende Steine aufzufangen. Damit sie aber das herabfließende Wasser nicht hindern, dürfen sie die Dachfläche nicht überall berühren, haben dann aber immer noch den Nachtheil Schneeanhäufungen zu veranlassen, durch welche leicht das Wasser des schmelzenden Schnees in das Innere des Gebäudes geleitet werden kann. Ist man daher zur Anbringung solcher Schutzbretter genöthigt (etwa um tiefer liegende Dächer gegen Beschädigungen zu schützen) so muß man zugleich eine hinreichende Anzahl von Dachluken darüber anbringen, um von diesen aus das Reinigen des Winkels hinter dem Schutzbrette vornehmen zu können.

§. 8.

Eine eigenthümliche Rinnen-Anordnung hat man in neuerer Zeit bei der Marienkirche zu Prenzlau vorgeschlagen. Fig. 1 **Taf. 65** zeigt diese Anordnung, und wir bemerken darüber Folgendes*).

Ueber das ganze Gebäude, von 88 Fuß Pr. Tiefe, erhebt sich das große, unter einem Winkel von 63° erbaute Kirchendach. Vor diesem steilen Dache ist eine durchbrochene steinerne Gallerie aufgebaut, und hinter ihr wird das Regenwasser in einer flachen, fast horizontalen Rinne aufgefangen. Aller Regen und Schnee, der schnell herunterkommt, wird hier mit einem Male aufgestauet und sehr langsam abgeleitet; dadurch entsteht ein Verderben, gegen welches alle unsere Baumaterialien nicht stark genug sind. (Die Motivirung dieser Behauptung mag an dem angegebenen Orte nachgelesen werden, oder dem mündlichen Vortrage vorbehalten bleiben.) Um nun diesem großen

*) „Notizbl. des Arch. Vereins in Berlin. Jahrg. 1844.“ Seite 136.

ebelstande, welcher eine schon öftere Erneuerung der Gal= erie nothwendig gemacht hat, so daß von der ursprüng= chen Stattlichkeit nicht viel mehr vorhanden ist, abzuhel= en, hat „E. Knoblauch“ in Berlin folgenden Vorschlag macht und die erwähnte Zeichnung entworfen.

„In derselben ist a die Dachrinne, wie sie jetzt be= eht, b der Ziegelbehang des großen Kirchendaches, d sind Balken des Daches, worin die Sparren stehen, e sind Ausgußkästen, in welche die kurzen Abfallröhren f mün= n, und welche das Wasser hinausführen. Es wird nun absichtigt, in einer Höhe von 6—7 Fuß über der Rinne ein Schutzdach g auszuführen. Dieses Dach wird aus rnen Sparren gebildet, welche auf eisernen Stützen ruhen; e darüber liegende Dachschalung wird mit Blech ab= deckt. Das Blech dieses Daches bleibt aber um 2 Zoll von dem Ziegelbehang b des Hauptdaches entfernt, daß das herablaufende Regenwasser hindurch kann und on der neu anzulegenden Rinne h aufgefangen wird. Letz= re ist den gewöhnlichen, mit dem oberen Ende unter die Ziegel geschobenen, Dachrinnen ähnlich, und kurze Abfall= öhren leiten das Wasser aus derselben nach den Ausguß= ästen e.

Es entsteht durch diese Einrichtung hinter der Gallerie geschlossener trockener Gang G, der vor jedem heftigen Einfluß der Witterung geschützt ist. In diesem Gange n man hin und her gehen und die Rinne h unter Auf= icht haben. Die Hauptsache aber ist die schmale, nur zwei Zoll breite Oeffnung zwischen dem Schutz= und Ziegel= dache. Diese ist groß genug, um den heftigsten Gewitter= regen durchzulassen, aber doch so klein, daß der Schnee nicht durchfallen kann; dieser bleibt auf dem Dache liegen und füllt den ganzen Winkel bei x aus. Diese Ausfüllung mit Schnee schadet nichts, mag er auch das ganze Dach g decken, denn so lange es kalt ist, bleibt er als Schnee liegen. Der schlimme Umstand tritt nur dann ein, wenn der Schnee bei Thauwetter zu schmelzen beginnt, aber dann kann bei dieser Einrichtung kein Unfall geschehen; das Thauwasser sucht sich Bahn nach dem tiefsten Punkte, ge= langt dann durch die schmale Oeffnung in die Rinnen h und läuft ruhig ab, ohne irgend einen Nachtheil herbei zu führen. In dem Gange unter dem Schutzdache ist es, vielleicht bei plötzlichem Eintritt des Thauwetters, ausge= nommen, also jährlich kaum mehr als einige Stunden lang, immer viel wärmer als draußen, und darin liegt das Ge= heimniß für die Zweckmäßigkeit dieser Anordnung. Die schmale Oeffnung kann nicht zufrieren, dies erlaubt auch die Zugluft nicht, aus dem unteren, wärmeren, geschützte= ren Raum G. Dagegen könnten bei lang anhaltend ge= wesenem Frost die Mauern und Bleche, welche den Raum unter dem Schutzdache einschließen, so kalt geworden sein, daß bei plötzlich eintretendem Thauwetter, ein Gefrieren des geschmolzenen Schnees während dessen Herabtröpfeln stattfände. Die Höhe und Geräumigkeit des Ganges unter dem Schutzdache gestattet aber Vorrichtungen für künstliche Erwärmung des Raumes, welche diesem schädlichen Ein= flusse hinreichend begegnen. Diese Mühe, Sorge und Be= aufsichtigung, während weniger Stunden des Jahres, ist aber in keinen Vergleich zu bringen mit den großen Vor= theilen, welche diese Einrichtung dem Gebäude das ganze Jahr hindurch, sowohl gegen die Hitze des Sommers, als gegen die Kälte des Winters verschafft. Sollte einmal Wasser aus der Rinne h überfließen, dann nimmt auch die Rinne a das Wasser auf und leitet es ab.“

Ob der hier gemachte Vorschlag zur Ausführung ge= kommen ist, wissen wir nicht; jeden Falls aber ist er scharf= sinnig, und wohl geeignet, Anleitung zu ähnlichen, den jedesmaligen Localitäten angepaßten Anordnungen, zu geben.

§. 9.

Die Ableitung des Wassers aus den Dachrinnen ge= schieht durch die sogenannten Abfallröhren, welche ge= wöhnlich frei am Außeren der Gebäude, zunächst an den Ecken, oder hinter Vorsprüngen rc. heruntergeführt werden. Diese Abfallröhren dürfen nicht in zu großen Entfernungen von einander angebracht werden, damit das Wasser schnell abgeführt wird, auch müssen sie einen hinreichend großen Querschnitt erhalten, um bei heftigen Regengüssen alles Wasser fassen zu können; und auch damit sie im Winter nicht so leicht einfrieren. Dies letztere wird besonders aber dann verhütet, wenn man sie nicht in's Freie münden läßt, sondern bis in einen frostfreien, unterirdischen Kanal hinabführt. Die Entfernung der Abfallröhren von einan= der, sollte nicht mehr als 60 Fuß betragen, so daß das Wasser aus der Dachrinne alle 30 Fuß abgeführt würde, wobei man letzterer das nöthige Gefälle noch ohne Unbe= quemlichkeiten, und nöthigen Falls durch eingelöthete Zun= gen verschaffen kann. Der Durchmesser der Abfallröhren betrage nicht unter 4—5 Zoll.

Zuweilen führt man das Rinnenwasser auch im In= nern der Gebäude herab, und leitet es dann wohl vorher noch in ein, in den oberen Räumen des Gebäudes aufge= stelltes, Resevoir, von wo aus dasselbe zu häuslichen Zwecken benutzt werden kann. In solchen Fällen müssen aber die Abfallröhren sowohl, als die Reservoire gegen das Ein= frieren besonders geschützt werden. Da wo die Abfalls= röhren mit der Dachrinne verbunden sind, müssen Gitter oder Siebe angebracht werden, damit keine Unreinigkeiten in die Röhren kommen. Dies ist besonders dann nöthig, wenn die Röhren, bei nicht vertikaler Lage, das Wasser in's Innere der Gebäude leiten, weil im Sommer, bei lang anhaltender Dürre, die Vögel gern in dergleichen Röhren nisten und dadurch dieselben verstopfen. Auch müssen

die Reservoire, außer mit den zur geregelten Ableitung bestimmten Röhren, noch ein gehörig weites, immer offenes Abfallrohr bekommen, damit keine Innundationen des Gebäudes veranlaßt werden.

Ueber die, bei dergleichen Einrichtungen, überhaupt zu treffenden Vorsichtsmaßregeln, werden wir in einem späteren Theile unseres Werks, wenn von der Zu- und Ableitung des Wassers in den Gebäuden die Rede sein wird, noch ausführlicher sprechen. Hier soll nur noch darauf aufmerksam gemacht werden, auf welche Weise man bei weit vorliegenden Dachrinnen das Abfallrohr mit diesen verbinden kann, ohne gerade einen übeln Anblick hervorzurufen. Es kommt dabei immer darauf an, das Rohr in nicht zu flacher Lage nach dem Gebäude hinzuleiten und dies ohne scharfe Biegungen, und in sanften Uebergängen zu bewirken, wie solches Fig. 7 **Taf. 64** beispielsweise in der Ansicht und im Durchschnitt zeigt.

§. 10.

Wir müssen hier noch einiger Constructionen erwähnen, die zuweilen vorkommen um Säulen zu bilden die, mit Putz oder Stuck überzogen, ein Steinmaterial darstellen sollen, während der Kern aus Holz besteht. Im Allgemeinen gehören dergleichen Maskeraden eben so gut zu den verwerflichen Constructionen, wie die früher besprochenen Gesimse, welche wie steinerne aussehen sollen und doch aus Holz bestehen; und eben so wenig wie diese, sollte man auch dergleichen Säulen machen. Doch sind sie noch eher zuläßig als die Gesimse, weil sie, nur im Innern bedachter Räume anwendbar, dem Wetter nicht ausgesetzt, haltbarer sind, und auch die Täuschung vollständiger bewirken, weil es in der That nicht wohl zu entdecken ist, ob der Kern einer, mit Stuckmarmor überzogenen Säule, Holz oder Stein ist.

Will man nun eine solche Säule construiren, so wird als Kern derselben ein einfacher oder ein verdübelter oder verschränkter Doppelpfosten aufgestellt, der die eigentliche Stütze bildet, wenn die ganze Säule überhaupt etwas zu tragen hat. An diesen Kern werden dann, nach Fig. 8 **Taf. 65**, in Entfernungen von 3—4 Fuß, horizontale hölzerne Scheiben, deren Durchmesser sich nach denen der darzustellenden Säule, in den correspondirenden Höhen, richtet, auf Knaggen befestigt, die ihrerseits an dem mittleren Pfosten einen Halt finden. Diese Scheiben fertigt man am besten aus einer doppelten Bretterlage, deren Fasern sich kreuzen, damit bei dem nachherigen Trocknen der Bretter die Scheiben möglichst kreisförmig bleiben, weßhalb auch gleich anfänglich trockenes Holz genommen werden muß. Gegen diese Scheiben werden nun recht geradwüchsige, nicht zu breite Latten, mit etwa ½zölligen Zwischenräumen, in vertikaler Stellung durch Nägel oder Holzschrauben gut befestigt und auf diese der Bewurf angetragen, der in den Zwischenräumen seinen Halt findet. Die Kapitäle solcher Säulen bestehen gewöhnlich aus gegossenem Gips und werden durch Hülfe von Nägel, Schrauben ꝛc. an dem hölzernen Kerne befestigt. Hierbei wird es immer gerathen sein, den Deckel des Kapitäls von der Unterfläche des Architravs ꝛc. etwas abstehen zu lassen, damit, wenn irgend ein Druck auf die Säule ausgeübt wird, dieser von dem hölzernen Kerne ganz aufgefangen und nicht etwa auf den angeputzten Mantel übertragen wird, der demselben nicht widerstehen, sondern bald abgesprengt werden würde.

Daß man übrigens hölzerne Pfosten, in ihrer wahren Gestalt, sehr wohl als freistehende Stützen anwenden, und auch ohne die antike Gypsmaske, zierlich ausbilden kann, davon liefert das schon angeführte Werk von „Bötticher“ mehrere schöne Beispiele, und auch in neuester Zeit hat man angefangen dergleichen Constructionsstücke, dem zu denselben verwendeten Material gemäß auszubilden; und hat sich nicht geschämt, da Holz sehen zu lassen, wo nichts anderes vorhanden ist. Die Fig. 5—7 **Taf. 65** zeigen einige Beispiele.

Bei dergleichen Constructionen, bei welchen das Holz sauber gehobelt und geschnitzt zu werden pflegt, sind die großen Risse und Sprünge, die namentlich das Eichenholz gern bekommt, besonders wenn es der Sonne und freien Luft ausgesetzt ist, ein Uebelstand. Man vermeidet denselben am leichtesten, wenn man nur zu richtiger Zeit gefälltes Holz verwendet, und wenn es Stammholz ist, was den Kern noch hat, dasselbe ähnlich wie eine Brunnenröhre durchbohrt, wodurch ein ungleichmäßiges Austrocknen des Holzes vermieden und die Hauptursache des Reißens entfernt wird. (Fig. 6 [d]).

Achtes Kapitel.

Die Treppen.

In Beziehung auf die Terminologie bei den Treppen, sowie auf die Eintheilung und Benennung derselben, je nach ihrer Form, endlich in Beziehung auf das Verhältniß des Auftritts zur Steigung und die Berechnung des hiernach für eine Treppenanlage benöthigten Raumes, können wir auf das sechste Kapitel des I. Theils zurückverweisen, wo von den steinernen Treppen die Rede war, und das Ebenerwähnte weitläufig besprochen ist.

A. Allgemeines.

§. 1.

Wenn wir bei den hölzernen Treppen eine Eintheilung vornehmen wollen, so können wir dies zwar in den

ben Art wie bei den steinernen Treppen thun und „unterstützte" und „freitragende" Treppen unterscheiden; es muß nun aber das unterscheidende Merkmal hier etwas anders aufgefaßt werden, als dort. Eine hölzerne Treppe heißt nämlich schon eine unterstützte, wenn die Endpunkte der Treppenwangen durch Mauern, Wände, Pfosten, Säulen ꝛc. unterstützt sind, wobei aber die Wange selbst ihrer ganzen Länge nach frei liegen kann, während bei den steinernen Treppen die ganze Wange auf einer Mauer oder einem Gewölbe ruhen mußte, wenn die Treppe eine unterstützte heißen sollte. Bei den hölzernen Treppen kommen außerdem nur die geraden und gebrochen geraden als unterstützte Treppen vor, alle gewundenen sind freitragende, mit einziger Ausnahme der Wendeltreppen mit voller Spindel, welche, wenn ihre äußere Wange an einer Mauer oder Wand liegt, zu den unterstützten Treppen gerechnet werden müssen. Das Prinzip einer freitragenden hölzernen Treppe ist übrigens ganz dasselbe wie bei einer steinernen, und es wird darunter, hier wie dort, eine Construction verstanden, bei welcher sich entweder eine Stufe auf die andere oder eine Wange auf die andere und nur der Anfang der Treppe auf ein festes Fundament sich stützt.

Außer diesen Unterschieden müssen wir dann noch Treppen mit und ohne Wangen unterscheiden. Die letzteren sind immer freitragende und eigentlich nur eine Spielerei, die jetzt, wo man seinen Ruhm gerade nicht mehr in der Überwindung muthwillig herbeigerufener Schwierigkeiten sucht, wohl nur selten zur Anwendung kommen dürften.

§. 2.

Die Treppen mit Wangen unterscheiden sich in solche mit eingeschobenen, und in solche mit aufgesattelten Stufen. Erstere können vollständige, aus Tritt- und Setzstufe bestehende Stufen sein, oder nur aus Trittstufen bestehen, denen die Setzstufen fehlen. Die aufgesattelten Stufen bestehen gewöhnlich aus Tritt- und Setzstufe, oder aus Blockstufen, deren Wangen dann Treppenbäume genannt werden.

Bei den eingeschobenen Stufen sind die Trittstufen mit ihren Hirnenden in die Wangen, etwa 1 Zoll tief, eingelassen, bei den aufgesattelten hingegen liegen sie auf den Absätzen der, für sich schon treppenförmig ausgeschnittenen, Wangen. Die Setzstufen werden nur an den Trittstufen befestigt und stoßen gewöhnlich stumpf gegen die Wangen.

Zu den Trittstufen nimmt man, je nach der Entfernung der sie unterstützenden Wangen von einander, 2—3 Zoll starke Dielen, zu den Setzstufen aber höchstens zöllige Bretter. Die Blockstufen sind aus dem vollen Holze gearbeitet.

§. 3.

Die Treppenwangen werden aus 2—3 Zoll starken Dielen construirt, indem sich diese Stärke durch die Erfahrung als angemessen herausgestellt hat. Die Breite ergibt sich nicht unmittelbar, sondern man kann dieselbe erst aus der Steigung der Treppe bestimmen. Stellt nämlich Fig. 1 **Taf. 66** die Wange einer Treppe mit eingeschobenen Stufen dar, so muß die Wange über der Vorderkante der Trittstufe, vertikal gemessen, noch 1½ bis 2 Zoll Holz behalten, und eben so viel unter der Hinterkante der Trittstufe, woraus sich die rechtwinklig gemessene Breite ergibt. Ist aber die Treppe mit aufgesattelten Stufen construirt, und daher die Wange selbst, nach Fig. 2 **Taf. 66**, stufenförmig ausgeschnitten, so muß die Breite derselben an der schwächsten Stelle, also bei a, ebenfalls vertikal gemessen, 6—7 Zoll betragen, woraus wiederum die rechtwinklige Breite zu finden ist.

Will man zur Bestimmung der Breite die Treppe nicht erst aufzeichnen, was beim Veranschlagen oft zu zeitraubend ist, so findet man die, senkrecht zur Länge der Wange gemessene, Breite für eingeschobene Stufen

$$B = (d + h + 2a)\frac{b}{\sqrt{b^2 + h^2}},$$

und für aufgesattelte Stufen

$$B = (d + h + a)\frac{b}{\sqrt{b^2 + h^2}},$$

in welchen Formeln h die Steigung, b den Auftritt, d die Stärke der Trittstufen und a den Vorsprung der Wange an den erwähnten Punkten bezeichnet, letztere Abmessung also 1½—2 und resp. 6—7 Zoll beträgt.

Hieraus ergibt sich, daß für eine Treppe der letzteren Construction breitere Dielen zu den Wangen genommen werden müssen, als bei eingeschobenen Stufen und daß überhaupt die letztere Construction mehr Sicherheit und Dauer gewährt, obgleich die erstere zierlicher aussieht und daher sehr beliebt ist.

Die Treppen erhalten gewöhnlich nur zwei Wangen, und nur wenn die Treppe sehr breit wird (über 5'), oder man keine starken Dielen zu den Trittstufen verwenden kann, oder keine Setzstufen vorhanden sind, auch noch eine mittlere dritte Wange, auf welcher dann die Trittstufen natürlich immer aufgesattelt werden müssen.

§. 4.

Die Verbindung der Stufen mit den Wangen geschieht auf folgende Weise. Die Trittstufen werden nach Fig. 1ᵃ **Taf. 66** stumpf, d. h. mit ihrer ganzen Stärke, etwa 1 Zoll tief in die Wangen eingelassen, oder auf die Absätze derselben aufgeschraubt. Sie sind an ihrer Vorderkante nach irgend einer geschwungenen Linie abgekehlt, die so gestaltet sein muß, daß sie keine ganz scharfe Kante bildet und doch Holz genug behält, um nicht so leicht ab-

zusplittern. Die Figuren zeigen die üblichen Profile. Bei eingeschobenen Stufen muß daher die, für die Aufnahme der Stufe ausgestemmte, Vertiefung vorn nach diesem Profile endigen, während bei aufgesattelten Stufen die Trittstufe mit ihrer schmalen Seite oder mit dem Hirnende über die Wange hinausreicht und deßhalb hier mit demselben Profile wie an der Vorderkante versehen ist. Um im letzteren Falle das Profil der Stufe nicht an das Hirnende derselben „ankehlen“ zu müssen, versieht man die Stufen wohl mit sogenannten Hirnleisten nach Fig. 2ᵃ **Taf. 66**.

Die Setzstufen werden, bei eingeschobenen Trittstufen, in die höher liegende Trittstufe eingefalzt und gegen die Rückseite der tiefer liegenden stumpf durch Nägel befestigt, wie solches Fig. 1 **Taf. 66** deutlich zeigt. Zuweilen läßt man dieselben mit ihren Hirnenden ebenfalls in die Wangen ein, doch werden sie auch häufig nur stumpf gegen diese gesetzt.

Bei aufgesattelten Stufen ist die Verbindung der Setzstufe mit der Trittstufe wie vorhin, nur wird die Setzstufe, wenn die Treppe auch von unten ein zierliches Ansehen erhalten soll, auch in die tiefer liegende Trittstufe eingefalzt, die dann auch an dieser Kante gekehlt wird, wie dies Fig. 2 **Taf. 66** unterhalb zeigt. Mit ihren schmalen Enden nagelt oder schraubt man die Setzstufen gegen das Hirnholz der Wangen, und um hier gar kein Hirnholz sehen zu lassen, wird sowohl die Setzstufe als die Wange abgeschrägt, wie dies Fig. 2ᵃ **Taf. 66** in einem horizontalen Durchschnitte zeigt. Die hölzernen Blockstufen, welche einen den steinernen ganz ähnlichen Querschnitt erhalten, und trotz des großen Holzaufwandes an manchen Orten, als wohlfeiler, noch im Gebrauche sind, werden mit ihrer Unterfläche auf die balkenförmigen Treppenbäume aufgenagelt, so daß sie hierdurch, und weil sie sich eine auf die andere stützen, ihre Befestigung erhalten. Diese Treppen gehören ihrer Construction nach zu den mit aufgesattelten Stufen, doch zeigen sie dies in ihrer äußeren Erscheinung gewöhnlich nicht, indem gegen die Hirnenden der Blockstufen, die Treppenbäume mit verdeckend, Dielen genagelt werden, welche äußerlich als Wangen erscheinen, und auf denen das Geländer befestigt wird. Fig. 3 **Taf. 66**.

Von den Treppen mit Blockstufen ohne Wangen sprechen wir später.

§. 5.

Die unterste Stufe einer jeden hölzernen Treppe, oder der Antritt derselben, besteht aus einer Blockstufe **A** Fig. 4 **Taf. 66** mit horizontaler Unterfläche, die unmittelbar auf dem Fundamente der Treppe oder auf dem Gebälk aufliegt und gegen das Verschieben dadurch gesichert wird, daß sie in den Fußbodenbelag eingelassen ist, und daher um die Tiefe dieser Einlassung höher sein muß als die übrigen Stufen. In manchen Gegenden (z. B. hier in Stuttgart) macht man diese Antrittsstufen aus Sandstein, wovon sich indessen kein besonderer Nutzen nachweisen läßt.

Auf diese Blockstufe werden die Treppenwangen mit ihrem unteren Ende aufgeklauet und auch wohl etwas in dieselben eingelassen; zugleich wird der „Pilar“ oder untere Geländerpfosten, in diese Blockstufe eingezapft und der obere Theil der Wangenklaue greift dann mit einem Zapfen in diesen Pfosten, wie dies Fig. 4 **Taf. 66** zeigt.

Die oberste Stufe, oder der Austritt der Treppe, liegt mit dem Fußboden des zu ersteigenden Raumes in einer Ebene, weßhalb diese oberste Stufe mit ihrer ganzen Holzstärke in den Fußboden eingelassen werden muß. Die Treppen lehnen sich mit ihrem oberen Ende in den meisten Fällen gegen einen Wechsel in der Balkenlage, und da dieser zugleich zur Befestigung des Fußbodens dient, also den Brettern desselben zur Unterlage dienen muß, so kann die oberste Trittstufe nicht die Breite der übrigen bekommen, weil sonst die Fußbodenbretter kein Auflager fänden. Deßhalb gibt man der obersten Stufe gewöhnlich nur die halbe Breite, oder macht sie so breit als die Wange mit ihrer Klaue auf den Wechsel greift, welche Verbindung auch hier üblich ist. Die Trittstufen sind aber gewöhnlich stärker als die Fußbodenbretter, und deßhalb muß auf die Breite der Austrittsstufe dieser Ueberschuß an Stärke aus dem „Treppenwechsel“ herausgenommen werden. Fig. 4 **Taf. 66** bei **B**.

Bei aufgesattelten Stufen kann die Wange an ihrem oberen Ende nicht auf den Treppenwechsel aufgeklauet werden, sondern sie stemmt sich nur gegen denselben, und wird in denselben eingezapft, was für den Wechsel ein höheres Holz erforderlich macht. Eben so werden die Treppenbäume, welche Blockstufen zur Unterstützung dienen, in den oberen Wechsel nur verzapft. Da wo Treppenwangen längs einer Mauer oder Wand und dicht an dieser liegen, werden sie mit sogenannten „Treppenhaken“, Bankstiften oder auch nur mit starken langen Nägeln, in Entfernungen von 6—8 Fuß, befestigt.

§. 6.

Die Treppenarme oder Treppenläufe werden an ihrer Unterseite verschieden behandelt. Entweder läßt man die ganze Construction sichtbar und hobelt dann alles Holzwerk hier eben so sorgfältig als auf der oberen Seite, oder man verschalt und putzt die Treppen unterhalb. Zu diesem Zwecke wird die Untersicht der Treppe, der Länge nach, mit Latten oder Brettern, ähnlich wie eine Gypsdecke verschalt, gerohrt und geputzt. Die Latten oder Bretter werden an den etwas abgeschrägten Ecken, welche durch die Setz- und Trittstufen gebildet werden, durch Nägel be-

, und man macht nun die Wangen so breit, daß der diese berohrten Latten rc. gebrachte Putzbewurf mit Unterfläche in eine Ebene fällt, (Fig. 4 **Taf. 66** ...eren Theile). Gewöhnlich werden nur die Treppen ...ingeschobenen Stufen unterhalb geputzt.

Die unterhalb geputzten Treppen vermindern die Feuer...lichkeit der hölzernen Treppen in etwas, weil auf ... Weise ein oberer Treppenarm, von dem darunter ...den brennenden, nicht so leicht entzündet werden kann. ... kommt eine solche Treppe wohlfeiler zu stehen, da ...sten für den Putz geringer sind als die Vermehrung ...rbeitslohns beträgt, wenn die Treppe in allen Theilen ... gehobelt werden muß. Da wo der Putz gegen die ...e stößt entsteht eine Fuge, die nie dicht zu halten ist, ...t aussieht und leicht zu Abbröckelungen Veranlassung ... Man thut daher gut, gegen die Unterfläche der ...e eine, diese Fuge überdeckende Leiste, die irgend ...angemessene Profilirung erhalten kann, durch Nägel ...Holzschrauben zu befestigen (Fig. 6 **Taf. 66**). Der...en geputzte Treppen müssen besonders solide, d. h. ...ßt steif construirt werden, weil durch den Gebrauch ...ben starke Schwingungen entstehen, wodurch der Putz ... Risse und Sprünge bekommt oder wohl gar abfällt. ... häufige Waschen solcher Treppen wird ebenfalls dem ... gefährlich, weshalb es gerathen erscheint, dieselben ...Oelfarbe anzustreichen oder doch zu ölen.

...Da bei aufgesattelten Treppenstufen diese unmittelbar ... den Wandputz des Treppenhauses stoßen, und dieser ... leicht beschädigt wird, besonders durch das Waschen ...Treppen, so bringt man hier ein sogenanntes „Panel“ ...welches ebenfalls treppenförmig gestaltet, aus Brettern ... die gegen die Wand befestigt und oberhalb wohl ...einem gekehlten Gliede verziert werden. Fig. 2 **Taf.** ...zeigt diese Anordnung bei p, p.

§. 7.

...Das Treppengeländer besteht aus dem Hand...iff und den Geländerstäben (Traillen, Staketen) ...wird von Holz, Eisen, Messing, ja in neuester Zeit ... von Glas gemacht, wobei der hölzerne Handgriff ... immer bleibt, wenn er auch mit Sammt überzogen ... sollte. Das Treppengeländer bildet hiernach oft ei... Hauptgegenstand der Verzierung und es ist wohl nicht ...läugnen, daß ein geschmackvolles Geländer einer Treppe ... zum Schmucke gereicht, wenn man auch hierin zu weit ... kann.

...Was die Construction desselben anbelangt, so beschrän... wir uns hier auf die hölzernen Geländer, weil wir ... die Metallenen später bei den eisernen Treppen das ...ändige anführen wollen.

...Der Handgriff hat immer einen im allgemeinen runden Querschnitt der zwar auch verschieden gestaltet sein kann, aber doch eine solche Gestalt haben muß, daß man ihn bequem mit der Hand umspannen kann, Fig. 7 **Taf. 66** zeigt zwei dergleichen Querschnitte. Er wird häufig aus hartem Holze gefertigt und polirt.

Die Geländerstäbe sind entweder viereckige, vom Schreiner gehobelte Stäbe oder vom Dreher gedrehte und verzierte Traillen; oft werden aber auch schmale, nach mancherlei Formen geschnitzte Bretter an Stelle der Geländerstäbe verwendet. Diese und die gewöhnlichen viereckigen Stäbe werden auf der Oberfläche der Treppenwangen und an der Unterfläche des Handgriffs in der Art befestigt, daß man in diese Holzstücke eine, etwa ¾ Zoll tiefe, durchlaufende Nuth stößt, die so breit ist als es die Stärke der Stäbe verlangt, die letzteren einsetzt und die Zwischenräume durch eingeleimte hölzerne Spunde schließt.

Die runden gedrehten Traillen von denen die Fig. 8 — 8 b **Taf. 66** ein Beispiel zeigen, werden in vorgebohrte Löcher eingeleimt und es erfordert, besonders bei gewundenen Treppen, große Genauigkeit, diese Löcher in den Wangen, oder bei aufgesattelten Trittstufen in diesen und den Handgriffen so genau correspondirend einzubohren, daß nach der Aufstellung alle Traillen vertikal stehen. Am Anfang der Treppe, am Austritt und in den Ecken der Podeste werden die Geländer häufig durch stärkere Pfosten, sogenannte „Pilaren“, wovon Fig. 9 **Taf. 66** ein Beispiel gibt, unterbrochen oder beendigt und diese dienen dann oft noch zugleich als Laternenträger oder dergleichen. Am Ende und Anfang einer Treppe hindern dergleichen Pilaren auch nicht, sonst sind sie aber unbequem, weil sie den Handgriff unterbrechen, was beim Begehen der Treppen im Dunkeln unangenehm ist.

Die Höhe des Geländers beträgt, vertikal gemessen, gewöhnlich 3 Fuß von der Oberfläche der Trittstufen bis zur Oberkante des Handgriffs und diese Höhe muß überall, also auch da wo das Geländer etwa horizontal um eine Treppenöffnung herum geführt wird, beibehalten werden.

Zuweilen bringt man, um mehr practikabeln Raum zu gewinnen, die Geländer statt auf den Wangen oder den Trittstufen, ganz außerhalb der Treppenbreite an, indem man sie seitwärts an den Wangen befestigt. Zu diesem Zwecke befestigt man metallne, leuchterartige Arme an den Wangen, welche die Geländerstäbe aufnehmen.

Bei kapriziös gewundenen Treppen, wo das Holz der Handgriffe sehr oft „über den Spahn“ geschnitten werden muß, und dadurch alle Festigkeit verliert, läßt man in die Unterfläche des Handgriffs häufig eine eiserne Schiene ein um dadurch die verlorene Festigkeit wieder zu ersetzen. Dasselbe Verfahren wendet man auch an, wenn man das Geländer benutzen will, um der ganzen Treppe durch das-

selbe mehr Tragfähigkeit zu geben. In einem solchen Falle müssen wenigstens einige der Geländerstäbe aus Eisen bestehen, die dann in der erwähnten Schiene vernietet, unten in den Wangen oder Trittstufen aber durch Schrauben fest angezogen werden, und so mit dem Handgriff eine feste steigende Linie bilden, die die Tragkraft der Wange rc. unterstützt.

B. Unterstützte Treppen.

§. 8.

Nachdem wir in den vorstehenden §§. die einzelnen Theile der Treppen in Beziehung auf Form, Abmessungen und Verbindung unter sich kennen gelernt haben, können wir jetzt zur Construction ganzer Treppen übergehen, ohne immer auf die einzelnen Details der Verbindungen zurückzukehren.

Die einfache gerade aufgehende Treppe Fig. 4 und 5 Taf. 66 bedarf keiner weiteren Erläuterung, indem keine anderen Verbindungen, als die bereits besprochenen, daran vorkommen. Die Stufen sind eingeschobene, und das Geländer ist ein ganz einfaches.

Fig. 4 Taf. 68 zeigt eine gerade gebrochene Treppe mit 2 parallelen Armen, wie solche, ihres geringen Raumbedürfnisses wegen, sehr häufig vorkommen. Das Podest hat die Breite der Treppe zur Breite und wird auf folgende Art gebildet. R ist ein Podestriegel, der sein Auflager in den Wänden oder Mauern des Treppenhauses findet, und von diesen aus auch wohl noch durch Konsolen unterstützt wird. Gegen diesen Podestriegel stützen sich beide Treppenarme, und damit er keine Biegung erleidet, wird in der Richtung c d ein Querriegel c eingezapft, der mit dem anderen Ende in einen weiteren Riegel Q eingezapft ist. Werden nun in T und T noch ein Paar schwächere Riegel angeordnet, so ist das Podest zur Aufnahme des Dielenbelags, der wie ein gewöhnlicher Fußboden behandelt wird, fertig. Oberhalb dieses Fußbodens werden die Treppenwangen, des besseren Ansehens wegen, durch aufgenagelte Holzleisten fortgesetzt, um das Podest einzurahmen. Liegen die beiden Wangen A und A, dicht neben einander, so wird in C häufig ein Geländerpfosten angebracht, der mit dem Podestriegel durch einen Blattzapfen nach Fig. 12 Taf. 68 verbunden ist und in welchen die Treppenwangen ebenfalls mit einem Zapfen eingreifen. Sehr oft ist dieser Pfosten auf der äußeren Seite abgerundet und der Handgriff des Geländers läuft über denselben in einer stetigen Krümmung hinweg, wie in Fig. 10 und 11. Sind aber die beiden Wangen durch einen Zwischenraum getrennt, wie in dem auf Taf. 67 dargestellten Beispiele, so fällt dieser Pfosten fort und es tritt an seine Stelle ein Stück horizontalen Geländers, was zuweilen auch wohl durch einen Rahmen mit eingelegter oder durchbrochener Arbeit ersetzt wird, (wie solches in Fig. 1 Taf. 71 im horizontalen Durchschnitt angedeutet ist) welcher dem Geländer mehr Festigkeit und auch ein gutes Ansehen gewährt. Von unten wird der Punkt C (Fig. 4 Taf. 68) des Podestriegels nicht unterstützt, es müßte sonst die Treppe sehr breit sein. Gewöhnlich ist aber die Tragkraft des 5 – 7 Zoll hohen Podestriegels ausreichend, und es gehört, wenn man will, eine solche Treppe mit zu den freitragenden.

§. 9.

Zuweilen hat man zur Anlage eines Podestes, wie bei der eben beschriebenen Treppe, keinen Raum und man muß alsdann an die Stelle desselben Wendelstufen anbringen. Die Eintheilung derselben geschieht zwar gerade so wie bei den steinernen Treppen, auf einer in der Mitte der Treppe gedachten Linie, doch ist in diesem Falle noch darauf Rücksicht zu nehmen, daß keine Stufenkante in die Ecken des Podestes trifft, weil hier die Treppenwangen zusammengezinkt werden müssen, welche Verbindung, wenn man gerade in der Ecke auch die Setzstufe einlassen wollte, zu sehr geschwächt werden würde.

Bei einer solchen Anlage, wie sie in Fig. 1 Taf. 68 im Grundrisse dargestellt ist, muß in C ein Treppenpfosten aufgestellt werden, wenn die Treppe nicht eine eigentlich freitragende werden soll. Derselbe ist außerhalb rund bearbeitet, nimmt die Wangen- und Wendelstufen auf, und reicht natürlich von einer Treppenwindung zur anderen, wenn deren mehrere übereinander liegen, in welchem Falle die Handgriffe der Geländer an dem Pfosten sich „todt" laufen, wie bei x in Fig. 2 und 3. Nur bei der obersten Treppe, oder wenn überhaupt nur ein Stockwerk zu ersteigen ist, kann der Treppenpfosten in der Geländerhöhe endigen, so daß der Handgriff ununterbrochen über denselben fortlaufen kann, wie in den Fig. 10—12 Taf. 68 gezeichnet.

Die Figuren 5 und 6 auf Taf. 68 zeigen die nothwendigen Formen dieses Pfostens in den verschiedenen Projectionen, und auf welche Weise die Wendelstufen in denselben eingelassen werden, auch ohne weitere Worte deutlich genug. Die etwa anzubringenden Verzierungen sind, wenn sie nicht gerade dem Zwecke entgegen angeordnet werden, in Beziehung auf die Construction, gleichgültig.

Daß die im Bereiche der Treppenwindung befindlichen äußern Wangen nicht gerade, und mit denen der geraden Treppentheile nicht von gleicher Breite sein können, leuchtet ein, und es wird das „Heraustragen" dieser Wangen, nach dem was wir im ersten Theile dieses Werks über diese Operation bei den steinernen Wangen angeführt haben, durchaus keine Schwierigkeiten machen. Die Verbindung der Wangen in den Ecken durch Verzinkung, zeigen Fig. 7—9 Taf. 68; und zwar Fig. 7 das Wangenstück a c

Fig. 1, Fig. 8 das Wangenstück b d und Fig. 9 das Wangenstück a b Fig. 1.

§. 10.

Die Construction bleibt fast ganz dieselbe, wenn die Treppenwindung nur 90, statt wie vorhin 180 Grad beträgt. Soll in diesem Falle ein Podest angelegt werden, so wird dasselbe in seiner Grundfläche quadratisch gestaltet, in das Eck bei A Fig. 1 **Taf. 69** kommt ein Treppenpfosten zu stehen und in diesen werden die Podestriegel verzapft, die mit dem anderen Ende in der Wand des Treppenhauses ihr Auflager finden. Gewöhnlich legt man in der Richtung der Diagonale des Podests einen Hauptriegel, der mit einem versatzten Zapfen in dem Treppenpfosten befestigt wird. In diesen werden dann die Querriegel B und C mit Brustzapfen eingelegt und in diese wieder die Nebenriegel D und E auf dieselbe Weise befestigt. Auf diesen Riegeln liegt der Podestbelag und unterhalb wird die Verschalung, wenn eine solche überhaupt verlangt wird, angenagelt. Damit die Querriegel nicht den Diagonalriegel an einer Stelle zu sehr schwächen, rückt man den letzteren etwas aus der Diagonalrichtung heraus, wie dies die Figur nachweißt. Die Querriegel B und C müssen so gelegt werden, daß der mit B bezeichnete, welcher den Austritt des absteigenden Treppenarmes trägt, so liegt, daß die Setzstufe der Austrittsstufe an der Vorderfläche desselben festgenagelt, und der mit C bezeichnete so, daß die Verschalung unter dem aufsteigenden Treppenarme an demselben befestigt werden kann, ohne daß sie einen Bruch in ihrer Fläche erleidet; die beiden senkrecht auf einander stehenden Durchschnitte durch das Podest, welche in den Fig. 2 und 3 **Taf. 69** dargestellt sind, weisen dies näher nach, und Fig. 1 in der Horizontalprojection, die Art und Weise, wie man den Aus- und Antritt in den Vorderkanten etwas zu krümmen pflegt um mehr Platz zum Einzapfen des Diagonalriegels und zum Einlassen der Setzstufen zu gewinnen.

Sollen statt des Podestes Wendelstufen angebracht werden, so ist das Verfahren dem früheren in Fig. 1 **Taf. 68** ganz analog, nur erhält der Pfosten für die Aufnahme der Wendelstufen, jetzt eine Viertelabrundung, während er früher zu diesem Zwecke halbkreisförmig gestaltet sein mußte.

Können wir ein solches Eckpodest construiren, so sind wir auch im Stande, eine, den vier Seiten eines Treppenhauses folgende Treppe zu bauen, wenn in den Ecken, wo die inneren Wangen zusammenstoßen, Pfosten gestellt werden dürfen. Eben so wird es keine Schwierigkeiten haben, eine solche Treppe zu entwerfen, wenn die Ecken auch andere als rechte Winkel enthalten, so daß wir eine solche nicht besonders zu zeichnen brauchen.

Ein Fall kommt aber, besonders bei ländlichen Gebäuden wo nur ein Stockwerk zu ersteigen ist, vor, der noch kurz besprochen werden soll. Sehr oft hat nämlich eine gerade aufsteigende Treppe keinen Raum und man ist genöthigt, wenn auch nur wenige Stufen eines zweiten Treppenarmes mit dem ersten zu verbinden, wie dies Fig. 4 und 5 **Taf. 69** zeigen. Der Treppenpfosten im Eck ist hier in der Särke der Wangen nach Fig. 7, welche denselben mit der mittleren Wendelstufe im Grundriß zeigt, ab- und ausgerundet, so daß er über den Wangen als ein breiterer Geländerstab erscheint, über welchen der Geländerhandgriff hinweg geht. In unserer Figur ist die Windung der Treppe an ihrem Antritte angebracht; es kommt aber auch der Fall vor, daß man sie nahe des Austritts anbringen muß. Alsdann müßte man einen Treppenpfosten von bedeutender Höhe anbringen und dieser würde den Raum unter der Treppe sehr beschränken. Um nun in diesem Falle der genannten Unbequemlichkeit auszuweichen, ohne zur Anlage einer „freitragenden" Treppe genöthigt zu sein, kann man den Treppenpfosten unter den Wangen abschneiden und ihn oberhalb an das Gebälk des zu ersteigenden Stockwerks befestigen, wo er dann allerdings den Handgriff des Geländers unterbricht, was indessen bei dergleichen Treppen, die auf große Bequemlichkeit ohnehin keinen Anspruch machen, wenig schadet.

Die breiten Dielen der Treppenwangen werden mit doppelten Zapfen in die Pfosten verzapft, wie solches Fig. 12 **Taf. 68** zeigt. Bei Wendelstufen mit großer Steigung ist man oft genöthigt, die sehr breiten Wangen aus zwei Dielen zusammenzusetzen, wozu man sich dann der Verdübelung neben dem Verleimen bedienen kann, doch ist die ganze Operation möglichst zu vermeiden.

§. 11.

Die bisher besprochenen Treppen waren solche mit eingeschobenen Stufen, wie sie bei weitem am meisten zur Anwendung kommen. Um indessen doch auch einige Beispiele von Treppen mit aufgesattelten Stufen zu geben, sind auf den **Taf. 71** und **72** ein Paar dergleichen gezeichnet.

Die erstere zeigt eine Treppe nach dem Grundrisse Fig. 4 **Taf. 68** und die Construction hat, nach dem früher darüber Bemerkten, so wenig Eigenthümliches und die Figuren zeigen dieselben so deutlich, daß eine weitere Erläuterung überflüssig erscheint. Fig. 2 **Taf. 71** zeigt einen Durchschnitt nach der Linie A B Fig. 1 derselben Tafel, Fig. 3 einen Theil dieses Querschnitts mit dem früher erwähnten „Panel" im größeren Maaßstabe und Fig. 4 den Theil bei C Fig. 2, woraus die große Höhe des Podestriegels, welche früher schon erwähnt wurde, so wie die Anbringung der verschiedenen Verzierungen durch profilirte Leisten, deutlich werden.

Diese Treppen werden dort vorgezogen, wo man auf das zierliche Ansehen großes Gewicht legt und ziemlich bedeutend höhere Kosten nicht scheuet, deshalb ist auch die

gezeichnete auf die übliche Weise verziert, wobei wir nur noch bemerken, daß alle die profilirten Leisten besonders gekehlt und durch Stifte oder Schrauben befestigt werden; eben so auch die Profilirung an der Unterfläche der Wangen, weil es viel beschwerlicher und theurer sein würde wenn man reichere Profile an die starken Wangen unmittelbar „ankehlen“ wollte. Auch würden sie bei dem Aufstellen der Treppe leicht beschädigt werden. Wir haben die am meisten vorkommende Treppenform gewählt, und wiederholen hier die schon früher gemachte Bemerkung, daß dergleichen Treppen, mit Ausnahme der nach einem großen Krümmungshalbmesser gewundenen, nicht wohl als freitragende construirt werden können und namentlich bei solchen mit Eckpodesten, die Pfosten oder Säulen in den Ecken nicht entbehrt werden können. Dahingegen kann die mittlere Unterstützung des Hauptpodestriegels in dem vorliegenden Falle sehr wohl fortgelassen werden.

Taf. 72 stellt eine einfachere Treppe dar, deren gerade- und parallele Arme durch Wendelstufen verbunden sind. Sie bildet gewissermaßen einen Uebergang, sowohl zwischen den Treppen mit eingeschobenen und aufgesattelten Stufen, als auch zwischen freitragenden und unterstützten Treppen, indem der Treppenpfosten, so wie er gezeichnet ist, als freihängend erscheint.

Eine solche Construction ist aber nicht anzurathen; und es mußte bei einer nach der Zeichnung auf **Taf. 72** ausgeführten Treppe, der mittlere Pfosten nachträglich unterstützt werden, weil ungeachtet der sorgfältigsten Arbeit und zu Hülfe genommener Eisenverbindungen, die Fuge zwischen der geraden Wange des unteren Treppenarmes und des mittleren Pfostens sich öffnete sobald die Unterstützung des Pfostens fortgenommen wurde, so daß dergleichen Treppen nur als unterstützte auszuführen sein dürften, wenn man ein unangenehmes Krachen beim Begehen derselben vermeiden will.

Die Stufen sind auf den geraden Wangen und auch auf der äußeren, gewundenen aufgesattelt, in den Pfosten aber eingestemmt.

Liegen, so wie in unserm Beispiele, die parallelen Treppenarme dicht neben einander, so können sich zwar die, über die Wangen mit ihrem Profil ausladenden, Trittstufen in der Horizontalprojection berühren, aber das Treppengeländer muß weit genug auf die Trittstufen zurückgesetzt werden, damit man sich beim Begehen der Treppe, indem man mit der Hand längs des Handgriffs des Geländers herab oder herauf fährt, nicht verletzt. In Fig. 4 **Taf. 72** ist dies deutlich zu machen gesucht, indem der nöthige Zwischenraum, zwischen der äußeren Kante der Trittstufen des einen Armes und dem Handgriff des anderen, der wenigstens $1\frac{1}{2}$—2 Zoll betragen muß, durch x bezeichnet wurde. Fig. 3 zeigt dasselbe in der Horizontalprojection. Die Treppe ist viel einfacher gehalten als die auf **Taf. 71** dargestellte, zeigt aber sonst nichts Besonderes in ihrer Construction.

Eine Treppe mit aufgesattelten Blockstufen, zeigt in ihrer Zusammensetzung durchaus nichts Eigenthümliches, weshalb wir auf das über die Construction bereits Gesagte und auf Fig. 3 **Taf. 66** verweisen können.

C. Freitragende Treppen.

§. 12.

Das Prinzip der freitragenden hölzernen Treppen ist dasselbe wie bei den steinernen und wir verweisen daher auf das im I. Theile dieses Werks Seite 111 und 112 darüber Gesagte.

Die am häufigsten vorkommenden Treppen dieser Construction sind die von gerade gebrochener Grundform mit Eckpodesten. Der „Krümmling“ wird bei hölzernen Treppen gewöhnlich etwas größer genommen als bei steinernen, so daß etwa 4 Trittstufen, das Podest mit gerechnet, auf denselben treffen, wie dies in Fig. 8 **Taf. 69** gezeichnet ist. Die Vorderkanten dieser Trittstufen sind wieder so geschweift, daß sie den, in der Horizontalprojection einen Quadranten beschreibenden Krümmling, normal treffen. Der Mittelpunkt o dieses Quadranten liegt gewöhnlich so, daß er durch ein Paar rechtwinklige Coordinaten bestimmt wird, die auf der Mitte der Breite der zweiten Trittstufe, vom Podest an gerechnet, errichtet werden, so daß der Krümmling in Fig. 8 **Taf. 69** von 0 bis 8 reicht. Sollen nun auf diesen Umfang 4 Stufen treffen, so theilt man die Peripherie von 0 bis 8 in 8 gleiche Theile und läßt die Stufen in die Punkte 1, 3, 5 und 7 laufen. Hierdurch werden die Auftritte a 1 und 7 b etwas kleiner als die des geraden Treppentheiles, und etwas größer als die der Stufen 9, 10 und 11, so daß ein Uebergang vermittelt wird welcher der Wange ein besseres Ansehen gewährt, als wenn der gewöhnliche Auftritt plötzlich in den viel kleineren der geschweiften Stufen übersprränge.

Bei hölzernen Treppen pflegt man ferner die Fugen, zwischen den geraden Wangen und dem Krümmling, nicht senkrecht auf die Länge der ersteren zu richten, sondern lothrecht, so daß sie für den cylinderförmigen Krümmling mit Mantellinien desselben zusammenfallen. Die Verbindung des Krümmlings mit der geraden Wange geschieht durch Versatzung und einen Doppelzapfen, ganz ähnlich wie dies Fig. 12 **Taf. 68** zeigt. Außerdem zieht man aber gewöhnlich noch einen eisernen Schraubenbolzen durch beide Wangentheile, dessen „versenkter“ Kopf in eine auf der Unterfläche der Wange eingelassene eiserne Schiene greift und dessen Schraubenmutter in die Oberfläche der Wange ganz eingelassen, und mit Langholz verspundet wird. Fig. 6 und 7 **Taf. 70** zeigen diese Verbindung.

Die Auffindung der Gestalt des Krümmlings und der zur Darstellung desselben nöthigen Chablonen, geschieht ganz so wie bei den steinernen Treppen, nur wird die Operation, durch die hier anders angenommene Lage, vereinfacht. In Fig. 2 und 3 **Taf. 70** ist das Verfahren dargestellt, welches, mit Bezug auf das bei den steinernen Treppen Gesagte, weiter keiner Erläuterung bedürfen wird. Fig. 2 zeigt nämlich die Abwicklung oder „Zerstreckung" des Krümmlings und der angrenzenden Wangentheile. Die punktirten Linien zeigen die gebrochene gerade Begrenzung der Wangen, und die ausgezogenen Linien die Abrundungen der entstandenen Ecken. Fig. 3 gibt den Grund- und Aufriß des Krümmlings mit der Chablone zur Bearbeitung des letzteren. In Fig. 4 und 5 ist, ganz auf dieselbe Weise, ein Krümmling dargestellt wie er beim Austritt der Treppe vorkommt, wenn die Wange in horizontaler Richtung weiter geht, wie bei A in Fig. 8 **Taf. 69**, oder wie man ihn bei dem Antritt der Treppe des oberen Stockwerks, bei A' in umgekehrter Lage, anwenden kann.

Die Construction des Podestes selbst ist ganz so, wie wir sie bei der durch Erpfosten construirten Treppe beschrieben, und in Fig. 1—3 **Taf. 69** dargestellt haben, nur mit dem Unterschiede, daß der Diagonalriegel nicht in einem Pfosten sondern in den Krümmling mit Versatzung gezapft wird. Die Querriegel müssen ebenfalls wieder so gelegt werden, daß an dem einen die geschweifte Setzstufe des Podestes befestigt werden kann und der andere so liegt, daß die Schalung der Treppe ihre Befestigung an ihm findet.

Taf. 67 *) zeigt eine Treppe die wir auch zu den „freitragenden" zählen müssen, obgleich sie wenig von der in Fig. 4 **Taf. 68** gezeichneten abweicht. Es ist aber statt des Pfostens in jener Figur, hier ein Krümmling q r angebracht, so daß sich die innere Treppenwange mit Hülfe desselben ununterbrochen fortsetzt.

Das Podest ist in sofern anders construirt, als der mit den Stufen parallele Podestriegel a b, nicht in einem Stücke durchgeht, sondern aus zwei Stücken g h und i k besteht, welche in den Riegel e f eingezapft sind, der seinerseits ein Auflager in dem Krümmling r q findet. Der Riegel g h muß nämlich so liegen, daß die letzte, punktirt gezeichnete Setzstufe, des vom Podest absteigenden Treppenarmes, gegen seine Vorderfläche genagelt werden kann, und ginge er nun in gerader Richtung bis k durch, so müßte zwischen denselben und den Krümmling r q ein besonderes Holzstück eingesetzt werden, wie dies bei dem zweiten Podeste oder dem Austritte der Treppe, bei u w gezeichnet ist; was aber jeden Falls weniger Festigkeit gewährt. Das Gesagte wird aus den beiden in den Fig. 2 und 3 dargestellten Durchschnitten nach den Linien C D und A B Fig. 1, noch deutlicher werden.

Der Krümmling selbst ist in den Fig. 5 und 6 noch besonders gezeichnet, aus welchen Figuren seine Gestalt deutlich werden wird; die dadurch von den gewöhnlichen Krümmlingen etwas abweicht, daß seine Unterfläche stetig in die des, zum Podest aufsteigenden, Treppenarmes und des Podestes selbst übergehen muß. Die Unterfläche des vom Podest aufsteigenden Treppenarmes, schließt sich mittelst einer Hohlkehle an die des Podestes an.

Fig. 4 endlich zeigt den Austritt des unteren Treppenarmes auf das Podest mit seiner Verlängerung, bis zu der gegenüberliegenden äußeren Treppenwange c b in Fig. 1. Das zu demselben verwendete Holz ist bei c b um den Vorsprung der Trittstufen vor den Setzstufen breiter als bei a d, für den Krümmling kreisförmig ausgeschnitten und in diesen etwa 1 Zoll tief eingelassen.

§. 13.

Die gewundenen hölzernen Treppen werden immer als freitragende construirt und zwar meistens mit eingeschobenen Stufen, weil das Aufsatteln der Stufen die Wangen zu sehr schwächt. Die Grundform solcher Treppen ist am besten kreisförmig, obgleich auch elliptische und andere Formen vorkommen. Manche Baumeister suchen etwas darin, recht künstlich und capriciös gewundene Treppen anzuordnen, und wenn man auch zuweilen, bei unregelmäßigen Grundrissen, auf diese Weise die Treppe in Räume und Winkel verlegen kann die sonst nicht wohl zu gebrauchen sind, und hierdurch Raum gewinnt, so sollte man doch im Allgemeinen dergleichen künstlich gewundene freitragende Treppen vermeiden, weil sie wenig Festigkeit gewähren und besonders mit der Zeit, wenn das Holz recht austrocknet und schwindet, in den Fugen nachgeben und dann sehr schlecht aussehen. Außerdem pflegen dergleichen Treppen beim Begehen leicht ein sehr unangenehmes Krachen und Knarren hören zu lassen, welches ein Gefühl der Unsicherheit hervorruft. Auf **Taf. 73** sind einige dergleichen Formen angegeben die aus dem schon mehrfach angeführten „Emy'schen Werke" entnommen sind.

Die äußeren Wangen solcher gewundenen Treppen, werden an den Umfangswänden des Treppenhauses an einzelnen Punkten durch Bolzen oder sogenannte Treppenhaken befestigt und nur die innere Wange ist eigentlich freitragend. Die Construction einer solchen Treppe zeigt nichts Besonderes und die Auffindung der Form der Wangenstücke ist ganz so, wie wir es bei dem Krümmling der gebrochen geraden Treppen gezeigt haben. Ist die Treppe nach anderen als Kreisformen gekrümmt, so ändert dies

*) Diese Tafel hat aus Versehen eine falsche Nummer bekommen und sollte eigentlich nach der 70sten Tafel folgen.

in dem Verfahren weiter nichts, als daß die Arbeit weniger einfach wird. Aus den Horizontal- und Vertikalprojectionen der Wangen, zu welchen die nöthigen Daten immer vorhanden sind, wird man die wahre Gestalt derselben, und die zu ihrer Bearbeitung nöthigen Chablonen jedesmals entwerfen können, wenn man den früher bei den steinernen Treppen aufgestellten Grundsätzen folgt. Wir unterlassen es daher, auch eine solche Treppe detaillirt zu zeichnen und gehen zu den eigentlichen Wendeltreppen über.

§. 14.

Die eigentlichen Wendeltreppen unterscheiden sich in solche mit hohler, und mit voller Spindel. Bei den letzteren kann die äußere Wange unterstützt (wenn auch nur an einzelnen Punkten durch Pfosten ꝛc.), oder freitragend sein, die Spindel aber muß an ihren beiden Enden natürlich immer eine solide Befestigung erhalten.

Eine solche volle Spindel sollte immer einen so großen Durchmesser erhalten, daß der Auftritt jeder Stufe, an der Peripherie der Spindel, wenigstens noch 3 Zoll groß wird, so daß die Anzahl der in einer Windung liegenden Stufen den Durchmesser bestimmt. Nennen wir diese Anzahl n, so würde sich die Peripherie der Spindel gleich 3 n Zoll ergeben und daraus wäre ihr Durchmesser

$$d = \frac{3\,n}{\pi} = \frac{3}{3{,}14}\,n = 0{,}955\,n.$$

Wäre z. B. n = 12, so hätten wir

$$d = 12 . 0{,}955 = 11{,}46 \text{ oder } = 11{,}5 \text{ Zoll.}$$

Die äußere Wange einer solchen, in Fig. 1—3 Taf. 74 dargestellten Treppe, zeigt durchaus nichts Besonderes in ihrer Construction; und um an der vollen Spindel die Nuthen für die einzuschiebende Stufen darzustellen, verfährt man auf folgende Weise. Zuerst theilt man den Umfang in so viel gleiche Theile, als Auftritte in einem Umlaufe der Treppe stattfinden sollen und zieht durch die Theilpunkte Parallelen mit der Axe, der als Cylinder bearbeiteten Spindel, welche man mit den natürlich auf einander folgenden Zahlen nummerirt. Trägt man nun auf einer dieser Linien die Steigung der Treppe so viel mal auf, als Stufen in einer Windung liegen, und bezeichnet die Theilpunkte ebenfalls mit den natürlich auf einander folgenden Zahlen, wobei man den Nullpunkt da annimmt, wo die Oberfläche des Fußbodens, von welchem die Treppe aufsteigt, die Spindeloberfläche schneidet, so darf man nur von den Theilpunkten der Steigungen, senkrecht auf die durch sie getheilte Linie, bis zu den mit gleichen Ziffern bezeichneten Mantellinien der Spindel herüber ziehen, um die Eckpunkte der Stufen zu finden, wie dies in Fig. 4 Taf. 74, im doppelten Maaßstabe von Fig. 1, dargestellt ist. Hat die Treppe mehr als eine Windung, so gilt das eben beschriebene Verfahren für die erste Windung und wird für die folgenden in derselben Art repetirt, indem man dieselben Mantellinien der Spindel benutzt, und nur die Steigungen von Neuem aufträgt.

Wenn, wie es bei hölzernen Treppen immer der Fall ist, die Vorderkante der Trittstufen über die Vorderfläche der Setzstufen hinaustritt, so gelten die auf der Spindel gezogenen Mantellinien für die Vorderflächen der letzteren, und der Vorsprung der Trittstufen muß für jede Stufe besonders abgesteckt werden, wie solches in der Figur zu sehen ist.

Die Spindel wird unten in den Fußboden und oben in einen Balken eingezapft.

Liegt die äußere Wange überall an einer Wand an, so wird an letzterer gewöhnlich nur ein Handgriff mit eisernen Haken so befestigt, daß einige Zoll Spielraum zwischen der Wand und dem Handgriffe bleiben. Bei dergleichen Treppen, die in ganz dunkeln Räumen liegen, pflegt man auch wohl an der Spindel ein Seil zu befestigen, welches dann als Handgriff benutzt wird. Soll die äußere Wange sich frei tragen, oder wird sie nur an einzelnen Punkten durch freistehende Pfosten ꝛc. unterstützt, so ist es nöthig diese Wange an einzelnen Punkten (etwa da wo die Pfosten ꝛc. stehen) durch eiserne Anker mit der Spindel zu verbinden, die als runde Stangen unter den Trittstufen liegen und durch Schraubenmuttern fest angezogen werden können.

Liegt die äußere Wange ganz frei, so sind dergleichen Anker um so nothwendiger, und es ist außerdem rathsam, in die Unterfläche der Wange eine fortlaufende, starke, eiserne Schiene einzulassen und mit Holzschrauben gut zu befestigen; und ist die Treppe breit, so benutzt man auch das, auf dieser Wange nun immer nothwendige, Geländer auf die schon früher angegebene Art mit zum Tragen, indem man alle, oder doch mehrere der Geländerstäbe von Eisen macht, dieselben ganz durch die Wange bis in die erwähnte Eisenschiene reichen läßt, und hier, so wie in einer zweiten eisernen Schiene, die in der Unterfläche des Handgriffs eingelassen ist, so befestigt, daß diese beiden Schienen mit den betreffenden Geländerstäben als eine feste, durchbrochene Fläche, als eine zweite Wange, angesehen werden können.

Eine solche Treppe gewährt indessen nie eine große Sicherheit und ist daher nur in besondern Fällen zur Verbindung einzelner Räume, aber nicht für den allgemeinen Gebrauch in einem Gebäude, zulässig.

§. 15.

Wendeltreppen mit hohler Spindel unterscheiden sich, was die Ausarbeitung der Wangen anbetrifft, durchaus nicht von den „gewundenen“ Treppen, besonders wenn die äußere Wange an einer Mauer oder Wand ihre Befestigung findet. Die innere Wange solcher Treppen wird oft

so hoch gemacht, daß sie zugleich das Geländer bildet, und der Handgriff desselben durch eine passende Profilirung der Wangenoberkante dargestellt wird *).

Soll die Treppe ganz freitragend construirt werden, so ist dies mit Zuhülfenahme des Eisens, und in nicht zu großem Maaßstabe, allerdings möglich, doch bleibt es immer gewagt und gehört eigentlich zu den Spielereien und Kunststückchen der Zimmermannskunst, die man möglichst vermeiden sollte. Man wird hier beide Wangen auf die vorhin angegebene Art durch eiserne Schienen armiren und außerdem eine recht häufige Verbindung beider Wangen durch eiserne Anker anordnen müssen; auch wird man gut thun, beide Geländer als feste, steigende Flächen zu construiren, wenn man es nicht vorzieht, die innere Wange mit dem Geländer aus einem Stücke bestehen zu lassen.

D. Treppen ohne Wangen.

§. 16.

Wir kennen diese Treppen bereits aus dem I. Theile dieses Werks und wissen, daß die Stufen derselben sämmtlich Blockstufen sind. Die hier zu besprechende Construction ist eine Nachahmung jener, indem man dabei die Stufen aus dem vollen Holze arbeitet und als Blockstufen darstellt. Der Querschnitt ist ganz so wie wir ihn früher kennen gelernt haben, so daß jede obere Stufe auf und gegen die untere sich stützt, und nur die unterste oder der Antritt der Treppe einer unverrückbar festen Lage bedarf, um die ganze Treppe zu tragen, wenn eine Drehung der Stufen um eine horizontale Axe nicht eintreten kann. Um dies zu verhindern, werden auch hier die Stufen mit ihrem äußeren Ende in die Umfassungsmauer des Treppenhauses eingelegt und befestigt. Außerdem werden aber die inneren Enden noch mittelst eiserner Schraubenbolzen verbunden, deren Köpfe und Muttern in die Stoßfugenflächen der Stufen eingelassen werden. Diese Bolzen reichen immer durch zwei Stufen, so daß jede der letzteren zwei Mal durchbohrt werden muß, wie dies in Fig. 5 A—C Taf. 74 dargestellt ist.

Diese Treppen sind natürlich immer freitragende; und gewöhnlich sind sie gebrochen gerade, mit Eckpodesten. Diese letzteren werden auf die Art construirt, wie dies in Fig. 6 Taf. 74 deutlich dargestellt ist. Der frühere, diagonal gestellte Podestriegel bleibt nämlich fort, so daß die oberste Stufe des zum Podest aufsteigenden Treppenarmes und ein Querriegel unter der untersten Stufe des von ihm aufsteigenden Armes die Hauptconstructionshölzer des Podestes bilden. Sie sind auf die Kehrung zusammengeschnitten und durch Zapfen und Versatzung mit einander verbunden; außerdem aber noch durch einen Schraubenbolzen, der senkrecht auf die Kehrungsfuge gerichtet ist. Mit den äußeren Enden sind diese Hölzer ebenfalls in den Mauern des Treppenhauses befestigt und zunächst an diesen Mauern tragen sie ein Paar Riegel, auf welchen der Podestbelag aufliegt. Das Querprofil der genannten Hölzer, so wie überhaupt ihre ganze Gestalt, geht aus Fig. 6 und 7 Taf. 74 deutlich hervor, und wird weiter keiner Erläuterung bedürfen, wenn wir bemerken, daß in Fig. 7 a und b, die in Fig. 6 mit denselben Buchstaben bezeichneten Hölzer darstellen, in Fig. 7 aber aus einander gerückt, so daß die Art ihrer Verbindung deutlich wird. In Fig. 7 stellt ferner a, die unterre, a,, die vordere und a,,, die hintere Ansicht von der, in a in der oberen Ansicht gezeichneten, Stufe dar.

Aus dieser kurzen Beschreibung und den Figuren auf Taf. 74 wird man erkennen, daß eine solche Construction allerdings ausführbar, aber sehr mühsam und daher theuer ist; auch sehr sorgfältige und genaue Arbeit voraussetzt. Außerdem hängt das Gelingen aber auch gar sehr von der Beschaffenheit des Materials ab. Dasselbe muß nämlich möglichst unveränderlich in seiner Form sein, welche Eigenschaft man bei Holz kaum voraussetzen darf, weshalb nur eine feste Holzart, wie die Eiche, und dies auch nur in ganz ausgetrocknetem Zustande verwendet werden darf. Gut wird es außerdem doch immer sein, an der in einer Ebene liegenden Unterfläche der Stufen, nahe an ihrer inneren Kante, eine starke eiserne Schiene, so lang wie der ganze Treppenarm, einzulassen und mit Holzschrauben zu befestigen, weil wenn nur eine der Stufen schwinden oder zusammentrocknen sollte, man den betreffenden Bolzen, der sie mit ihrer Nachbarin verbindet, nicht wohl „nachziehen" kann, wenn die Treppe einmal aufgestellt ist.

Die ganze Construction ist nicht zu empfehlen, um so weniger, da eine Treppe mit aufgesattelten Stufen ebenfalls ein sehr zierliches Ansehen gewährt, bei weitem solider ist, und zugleich weniger Kosten verursacht.

§. 17.

Gewährt nun eine gerade gebrochene Treppe dieser Constructionsweise wenig Sicherheit, so ist dies bei gewundenen Treppen noch mehr der Fall, besonders wenn sie ganz freitragend sein sollen. Die Verbindung der Stufen geschieht auf die angegebene Weise und die untere Schiene wird an beiden Stufenenden angebracht. Bei ganz kleinen Treppen läßt man die, die Stufen verbindenden Bolzen wohl ganz fort, benutzt dann aber die Handgriffe der Geländer auf die angegebene Weise mit zum Tragen.

Eine Treppe von bedeutenden Abmessungen, und auf

*) Der Verfasser sah im Jahre 1843 in Bamberg in einem Privathause eine solche Treppe mit 41 Stufen, deren innere Wange aus einem Stücke bestand und 26 Zoll preuß. Durchmesser hatte.

diese Weise construirt, ist in dem „Königsbau“ in München ausgeführt, wobei man die Stufen aus einzelnen Holzstücken zusammengeleimt hat, um das Werfen und Schwinden derselben zu verhüten. Außerdem sind die Stufen an beiden Enden durch Schraubenbolzen mit einander verbunden und das Eisen ist überhaupt nicht gespaart. Man findet diese Treppe abgebildet und beschrieben in dem schon genannten „Romberg'schen“ Werke über Zimmerkunst; und es wird von derselben gerühmt, daß sie sich gut erhalten habe. Wir verweisen dorthin, weil wir uns auf die nähere Beschreibung solcher einzelnen Kunststücke nicht einlassen können; und wenn wir diesen auch wegen des dabei aufgewendeten Scharfsinns ihren Werth nicht absprechen wollen, so sind wir doch der Meinung, daß sie im Allgemeinen durchaus keine Nachahmung verdienen.

§. 18.

Zum Schluß dieses Kapitels wollen wir noch einige kurze Bemerkungen über das zu den Treppen zu verwendende Material hinzufügen,. weil dieser Gegenstand hier von besonderer Wichtigkeit ist.

Man macht die Treppen gewöhnlich entweder aus Tannen- oder Eichenholz und hält letzteres im Allgemeinen für besser.

Nach unserer Ansicht sollte man sich beider Holzarten bedienen, weil die verschiedenen Theile einer Treppe auch verschieden, in Bezug auf Dauer, in Anspruch genommen werden.

Die Wangen einer Treppe z. B., sollen mit relativer Festigkeit wirken, und in dieser Beziehung dürfte daher gutes, harziges Furchenholz (**pinus silvestris**) selbst vor dem Eichenholze den Vorzug verdienen. Dieses Holz ist außerdem dem Werfen und Reißen weniger unterworfen wie das Eichenholz und ist auch wohlfeiler; wo es daher nicht auf das Ansehen ankommt, oder wo die Treppenwangen mit Oelfarbe angestrichen werden, sollte man Furchenholz zu den Wangen nehmen. Nur wenn ein eisernes Geländer, was etwa mit zum Tragen der Treppe dienen soll, angeordnet wird, dürften Wangen aus Eichenholz vorzuziehen sein, weil in diesem die Befestigung der Geländerstäbe eine sicherere ist. Auch wird man gewundene Wangen immer aus Eichenholz fertigen müssen, weil dieses Holz nicht so leicht aufspaltet als das Nadelholz und daher das „Ueber den Spahn schneiden“ besser verträgt.

Die Trittstufen einer Treppe leiden durch den Gebrauch der Treppe am meisten; sie werden abgetreten und machen alsdann die Treppe unsicher. Hier halten wir das Eichenholz jeden Falls für vorzüglicher und man sollte hier nur im Nothfalle oder bei sehr wenig gebraucht werdenden Treppen, Nadelholz anwenden. Dahingegen können die Setzstufen unter allen Umständen wieder von Nadelholz gemacht werden, denn sie haben im Ganzen sehr wenig zu tragen und sind außerdem der Abnützung fast gar nicht ausgesetzt.

Der Handgriff einer Treppe sollte immer polirt werden, und schon deßhalb aus einem harten feinadrigen Holze bestehen. Man nimmt auch bei besseren Treppen gewöhnlich Kirschbaum-, Pflaumbaum- oder Mahagoniholz, was auch um so leichter ausführbar ist, da der Bedarf an Material immer nur gering, und der Arbeitslohn von diesem unabhängig ist.

Werden die Geländerstäbe gerade und rechteckig im Querschnitt gestaltet, so können sie auch von Nadelholz hergestellt werden, weil dieses am geradesten gewachsen zu sein pflegt und daher die schwachen Geländerstäbe, weniger „über den Spahn geschnitten“, haltbarer sind. Bei runden gedrehten Geländerstäben, wird man aber hartes Holz verwenden müssen, und es ist die Wahl ziemlich gleichgültig, wenn das Holz nur fest und geradwüchsig ist. Gespaltenes Holz ist hier immer dem geschnittenen vorzuziehen.

Vor allen Dingen muß das sämmtliche zu den Treppen zu verwendende Holz möglichst trocken sein, damit das Schwinden und Werfen desselben ein Minimum werde. Ferner sollen die Dielen und Bretter nur Kernholz und keinen sogenannten Splint enthalten und möglichst astfrei sein. Besonders bei den zu den Trittstufen verwendeten Dielen sind große Aeste sehr nachtheilig, weil diese, härter als das umgebende Holz, weniger abgetreten werden und daher bald Erhöhungen bilden die die Treppe gefährlich, oder wenigstens doch unbequem machen.

Neuntes Kapitel.

Die Verbretterungen.

Unter die hier zu besprechenden Constructionen zählen wir die der hölzernen Fußböden, der Wandverkleidungen von Holz, oder die sogenannten Vertäferungen, und die aus Brettern ꝛc. herzustellenden Dachdeckungen. Bei letzteren wollen wir dann auch die Eindeckungen mit Stroh und Rohr kurz erwähnen, weil diese Materialien doch auch aus dem Pflanzenreiche entnommen sind, und sich nirgend anders unterbringen lassen, obgleich sie eigentlich zu den Holzconstructionen wohl nicht gehören.

A. Die Fußböden.

§. 1.

Bei den aus Holz darzustellenden Fußböden unterscheidet man verschiedene Arten, je nach der Constructionsweise derselben. Die gewöhnlich gemachten Abtheilungen sind, **ordinäre**, **eingefaßte**, **parkettirte** und **ge-**

blockte Fußböden, welch' letztere man auch wohl mit dem Ausdruck Klotzpflaster bezeichnet.

Die Anforderungen die man im Allgemeinen an einen hölzernen Fußboden stellt sind, abgesehen von dem größeren oder geringeren Grade von Eleganz, Ebenheit und Dichtigkeit, besonders gegen das Durchdringen von Staub. Erstere ist immer mit einiger Aufmerksamkeit zu erreichen, letztere aber um so schwieriger, wenn man nicht gebohnte Parkettböden anwenden kann.

1) Ordinäre Fußböden.

§. 2.

Unter diesen versteht man solche, die aus einfach neben einander befestigten Brettern oder Dielen, ohne alle weitere Eintheilung durch Friese ꝛc. gebildet werden.

In Beziehung auf die Construction dieser Böden müssen wir unterscheiden ob sie, wie in den oberen Stockwerken eines Gebäudes, auf den Balkenlagen liegen oder ob ihnen, wie im Erdgeschoß, eine Balkenlage fehlt. Im letzteren Falle müssen sogenannte Fußbodenlager oder Ripphölzer gestreckt werden, was im anderen Falle meistens nicht nöthig ist, weil die Balken als solche dienen.

Ein hölzerner Fußboden wird, mit sehr wenigen Ausnahmen horizontal liegen sollen, und es müssen daher die Lagerhölzer mit ihren Oberflächen in eine Horizontalebene fallen. Ist der mit einem hölzernen Fußboden zu versehende, oder wie man sich technisch auszudrücken pflegt, der zu „dielende" Raum unterwölbt, so finden die Unterlager auf dem Gewölbe ihre Unterstützung, und man wird nur darauf aufmerksam sein müssen, daß das Auffüllmaterial, welches die Unterlager umgibt und unmittelbar bis unter die Dielen des Fußbodens reicht, durchaus trocken und nicht mit Gegenständen vermengt ist, die zur Entstehung des Hausschwamms Veranlassung geben können.

Das Füllmaterial darf daher keine vegetabilischen Theile, als Pflanzenreste, Holzspähne ꝛc., oder gar animalische Abgänge enthalten und muß vollkommen trocken sein. Es eignet sich daher trockner reiner Sand, Schmiedeschlacken, Kohlengruß ꝛc., oder trockner Bauschutt zu solchem Füllmaterial. Bei letzterem ist aber wohl darauf zu sehen, daß der Bauschutt keine Holztheile enthält und vollkommen trocken ist, weßhalb man, wenn dergleichen Schutt von abgebrochenen Gebäuden gewonnen wird, denselben sofort unter Dach bringt und hier trocken bis zum Wiedergebrauch aufbewahrt. Immer ist aber mit der Anwendung solchen Bauschuttes die Gefahr verbunden, daß man die Brut von Ungeziefer, namentlich von Wanzen, durch denselben in das neue Gebäude bringt, weßhalb in dieser Beziehung die nöthige Vorsicht bei der Auswahl des Schuttes nicht zu versäumen ist.

Ist der zu dielende Raum nicht unterwölbt, und überhaupt kein Raum weiter darunter, so thut man immer gut, die Unterlager wie ein Gebälk zu behandeln, d. h. die Unterlager möglichst frei zu legen, indem man sie unmittelbar durch gemauerte Pfeiler oder durch Unterzüge unterstützt, die durch jene Pfeiler getragen werden. In diesem Falle darf aber der unter dem Fußboden gebildete Luftraum nicht von der äußeren Luft abgeschlossen werden, weil er sonst gerade Veranlassung zur Entstehung des Hausschwammes geben würde. Es müssen vielmehr in den gegenüberstehenden Sockelmauern correspondirende Luftzüge angelegt, und alle einzelnen Räume unter dem Fußboden durch solche verbunden werden, so daß nirgend stagnirende Luft entstehen kann. Wenn bei einer solchen Anordnung die Sockelmauern zwei Fuß hoch sind, der Fußboden also um eben so viel über dem umgebenden Terrain erhaben liegt, so dürfte sie die sicherste gegen die Entstehung des Hausschwamms sein. In der Umgegend von St. Petersburg, die bekanntlich sehr sumpfig ist, verfährt man auf die angegebene Weise, und die Erfahrung rechtfertigt das Verfahren vollkommen. Liegen nicht beide Sockelmauern frei, so kann man sich oft dadurch helfen, daß man die mit einander communicirenden Luftzüge unter dem Fußboden, durch einen gemauerten Kanal, mit einer Heitzung (einem Heitzwinkel, Vorgelege ꝛc.) in Verbindung setzt und so eine Circulation der Luft unter dem Fußboden zu bewirken sucht. Um der Einwendung, daß ein solcher Fußboden im Winter sehr kalt sei, zu begegnen, darf man die Oeffnungen in den Sockelmauern nur mit gut schließenden Klappen oder, wie in Rußland, mit Stöpseln versehen, mit welchen man im Winter die Oeffnungen verschließen kann. Außerdem müssen die Oeffnungen mit ziemlich engen Gittern verschlossen werden, damit Ratten, Mäusen, Vögeln ꝛc. der Eingang verwehrt wird.

Gewöhnlich wird zu den Unterlagern der Fußböden Eichenholz verlangt, und wenn auch nicht geleugnet werden soll, daß dieses Material mehr Dauer gewährt, als Nadelholz, so darf man doch nicht glauben, daß es weniger leicht vom Schwamme ergriffen wird, wenn sonst günstige Umstände dafür vorhanden sind; und vielfache Erfahrungen lehren, daß gutes kerniges Nadelholz ebenfalls gute Dienste leistet. Ein Haupterforderniß ist, daß das Holz zu einer Zeit geschlagen ist, in welcher dasselbe nicht „im Safte stand".

§. 3.

Die Entfernung der Unterlager von einander richtet sich nach der Stärke der Fußbodenbretter, indem diese sich nicht durchbiegen dürfen.

Bei einer gewöhnlichen Belastung, durch die Bewohner oder Geräthschaften, kann man sich nachstehender Tabelle

bedienen, in welcher für die gewöhnlichen Brettstärken die Längen, auf welche man dieselben, ohne Gefahr zu großer Schwankungen, frei legen kann, angegeben sind. Die in der Tabelle angeführten Benennungen der Bretter sind die in Württemberg noch immer üblichen, die sich auf das frühere zwölftheilige Maaß beziehen. Die Stärken dieser Bretter, nach dem jetzt allein gültigen zehntheiligen Maaß, sind in der mit h bezeichneten Rubrik angegeben, in welcher auch die zwischen liegenden Stärken aufgeführt sind. Auf eine Verbindung der Bretter unter sich durch Spundung, Verleimung ꝛc. ist keine Rücksicht genommen, jedoch vorausgesetzt, daß wenn einzelne Bretter, etwa wie bei Gerüsten, verwendet werden, diese eine Breite von mindestens 8—10 Zoll haben.

Tabelle

über die Länge, auf welche man Bretter von der angegebenen Stärke frei legen kann, für württ. Maaß.

Benennung der Bretter.	h Stärke in Zollen.	Freie Länge in Fußen.
1zölliges Brett	0,7	3,39
Bodenbrett	1,0	4,75
Bedseite	1,2	5,62
1½zölliges Brett . . .	1,25	5,84
— — — —	1,50	6,89
2zöllige Diele	1,60	7,32
— — — —	2,00	8,93
2½zöllige Diele	2,10	9,32
3zöllige Diele	2,5	10,85

Die ordinairen Fußböden höherer Stockwerke haben die Balken der Decke des unteren gemeinhin als Unterlagen, und werden unmittelbar auf diesen befestigt. Es richtet sich daher, wie schon früher an seinem Orte bemerkt wurde, die Entfernung der Balken von einander zum Theil nach der Stärke der zu verwendenden Fußbodenbretter. Bestehen die Balken aus beschlagenen Hölzern, so sind sie gewöhnlich an den Wipfelenden niedriger und werden „verschossen“ gelegt, d. h. so, daß Wipfel- und Stammenden wechseln. Die hierdurch entstehende Unebenheit in der Balkenoberfläche muß vor dem Legen des Fußbodens ausgeglichen, oder wie der Zimmermann sagt, die Balkenlage muß „aufgerippt“ werden. Dies besteht darin, daß die Wipfelenden der Balken durch aufgenagelte keilförmige Hölzer zu der Höhe der Stammenden gebracht werden. Hierbei ist nur darauf zu sehen, daß diese Keile wenigstens 4 Zoll Breite haben, damit die Fußbodenbretter ein sicheres Auflager auf ihnen finden.

§. 4.

Ist das Unterlager des Fußbodens auf die angegebene Weise in Ordnung gebracht, so kann mit dem Legen der Bretter begonnen werden, und es kommt nur noch darauf an zu bestimmen, auf welche Weise die einzelnen Bretter mit einander verbunden werden sollen. In dieser Beziehung unterscheidet man: gefugte, gespundete, gefederte und gefalzte Fußböden und macht bei jeder Art noch die Unterabtheilung in geleimte oder ungeleimte Fußböden, je nachdem man nämlich die Bretter vor der angegebenen Verbindung zu sogenannten Tafeln (gewöhnlich aus zwei Brettern bestehend) zusammen leimt oder nicht.

Die ebengenannten Verbindungen kennen wir bereits und brauchen daher nur die Vor- und Nachtheile derselben in der hier gemeinten Anwendung anzuführen, ohne uns auf das Detail der Verbindungen selbst weiter einzulassen.

Die gefugten Fußböden haben den Nachtheil, daß sie leicht den Staub, welcher sich aus der Unterfüllung entwickelt, durchlassen und daß alle Bretter einzeln tragen und sich gegenseitig nicht unterstützen. Dem letzteren Uebelstande sucht man dadurch abzuhelfen, daß man je zwischen zwei Unterlagern einen Dübel anbringt, wodurch die Bretter einen sehr wirksamen Halt an einander erhalten. Die Vortheile dieser Verbindungsweise bestehen darin, daß einmal die möglichst größte Breite der Bretter benutzt wird, man also an Material spaart, und daß man die durch das Trocknen und Schwinden der Bretter sich öffnenden Fugen, leichter ausspähnen kann. Wenn nämlich das Oeffnen der Fugen nach einigen Jahren sein Maximum erreicht hat, so schließt man dieselben, indem man dünne aber lange Holzstreifen, sogenannte „Spähne“, mit Leim bestrichen in die möglichst gereinigten Fugen treibt und die Hervorragungen, mit der Oberfläche des Fußbodens bündig, abhobelt. Bei nur gefugten Brettern steht dem Eintreiben dieser Spähne in gehöriger Breite kein Hinderniß entgegen, was bei den anderen Verbindungen in diesem Maaße nicht der Fall ist.

Die gespundeten Fußböden gewähren große Dichtigkeit gegen das Durchdringen des Staubes, und ebenso geben sie einen steifen Fußboden, indem die Bretter auf ihre ganze Länge in einander greifen und sich gegenseitig stützen. Dahingegen kosten sie mehr Material, weil von jedem Brette die Breite der Feder verloren geht, und sind fast gar nicht auszuspähnen, da ein Spahn, der nur ein Drittel der Brettstärke zur Breite hat, sich nicht fest eintreiben läßt und sehr leicht lose wird.

Mit den gespundeten Fußböden stehen die gefederten fast ganz gleich, sie sind eben so dicht und eben so unbiegsam, und letzteres in sehr hohem Grade, wenn man sich der eisernen Federn bedient (vergleiche Seite 16). Sind die Federn von Holz, so sollten die Fasern derselben immer senkrecht auf die der Bretter gerichtet sein, was auch sehr gut angeht, weil die Federn von der Seite eingetrieben werden, und es daher gar nicht darauf ankommt, ob

sie aus langen Stücken bestehen oder nicht. Die Nachtheile sind dieselben, wie bei den gespundeten Böden, doch ist der Materialverbrauch etwas geringer, weil sich die Federn vortheilhaft aus ganzen Brettern schneiden lassen, und nun die Fußbodenbretter ihre ganze Breite behalten, da für die Nuthen keine Breite verloren geht.

Die gefalzten oder halbgespundeten Böden gewähren zwar etwas mehr Dichtigkeit als die nur gefugten, jedoch nicht mehr Steifigkeit als diese, weil sich die Bretter derselben nur dann gegenseitig unterstützen, wenn die Last sich von der Seite über sie hin bewegt, nach welcher sie über einander greifen. Da nun auch der größere Materialverbrauch und das schwierige Ausspähnen ganz wie bei den gespundeten Böden eintritt, so werden gefalzte Fußböden sehr selten angewendet. Nur bei Fußböden ganz untergeordneter Räume, wie Dachkammern, Trockenböden ꝛc., wo die Bretter rauh bleiben, d. h. nicht gehobelt werden, pflegt man, der größeren Dichtigkeit wegen, dieselben zu falzen.

Der Zweck des Zusammenleimens der Bretter zu Tafeln, vor dem Verlegen derselben ist, weniger sich öffnende Fugen zu haben, weil man von den gut zusammengeleimten Fugen ein Oeffnen nicht zu befürchten hat, wenn der Fußboden nicht anhaltend der Nässe ausgesetzt ist. Bei diesem Zusammenleimen werden die Bretter „verschossen", d. h. das Wipfelende des einen mit dem Stammende des andern zusammengeleimt. Wenn man nun auch durch diese Tafeln in einem gedielten Raume weniger Fugen bekommt, so ist damit doch wenig gewonnen, denn diese wenigen Fugen, zwischen den breiten Tafeln, werden sich nun um so weiter öffnen, weil das Schwinden der Bretter mit ihrer Breite in geradem Verhältniß steht, und wir glauben, daß wenige weite Fugen eben so schlecht aussehen und eben so viel Staub durchlassen, als mehrere und engere Fugen, die sich außerdem leichter dicht halten lassen. Für diese letztere Behauptung spricht das Verfahren der Schiffszimmerleute, welche ihre Verdecke immer nur mit 4, höchstens 5 Zoll breiten Planken decken. Wir wollen daher den Fußböden mit „verleimten" Tafeln keinen Vorzug einräumen vor einem Fußboden, dessen einzelne Bretter die Breite von 7 bis 8 Zoll nicht überschreiten. Hat man aber breitere Bretter, so ist es sehr anzurathen, diese in der Mitte aus einander zu schneiden und in verwechselter Stellung wieder zusammen zu leimen, um das Verwerfen derselben zu verhindern.

Bemerkt soll noch werden, daß den Zimmerleuten die Anfertigung verleimter Böden gewöhnlich verboten ist, sowie daß man die zu den beschriebenen Fußböden nöthigen Bretter gewöhnlich nur auf einer Seite behobelt und daß man, wenn auch dies nicht verlangt wird, die ungehobelten Fußböden „rauhe" oder „Blindböden" nennt, obgleich unter letzteren eigentlich etwas anderes zu verstehen ist, wie wir weiter hin sehen werden.

§. 5.

Bevor man die Bretter verlegt, verdient noch die Richtung, nach welcher dieselben ihrer Länge nach liegen sollen, in Betracht gezogen zu werden, insofern man nämlich besondere Unterlager streckt. Denn sollen die Balken einer Balkenlage als solche benutzt werden, so müssen die Bretter natürlich rechtwinklig zu diesen gelegt werden. Die Umstände welche hier maßgebend werden sind, die Länge der Bretter und die Benutzung des Raums, welcher gedielt werden soll. Die Länge der Bretter kommt in sofern in Betracht, als durch eine angemessene Wahl der Richtung derselben möglicher Weise eine bedeutende Ersparniß erzielt werden kann, was weiter auszuführen hier wohl nicht nöthig ist; und die Benutzung des Raumes kann dadurch von Bedeutung werden, als etwa diese von der Art ist, daß in demselben immer in einer Richtung und an einer Stelle gegangen wird, wie z. B. in Corridors und Gallerien, wo dies gewöhnlich in der Mitte und der Länge nach geschehen wird. In diesem Falle wird man die Bretter des Fußbodens ebenfalls der Länge des Raums nach legen müssen, damit die Abnützung derselben nicht quer über alle hin stattfindet, sondern eins oder zweie treffe die, wenn sie ausgetreten sind, leicht erneuert werden können, während man im andern Falle den ganzen Fußboden neu legen müßte. Jedes Brett muß ferner so gelegt werden, daß die „Kernseite" unten liegt.

§. 6.

Bei Fußböden, die einer starken Abnützung unterworfen sind, wie in Werkstätten und Maschinenräumen ꝛc., pflegt man starke Dielen zu denselben zu verlangen, um einer Erneuerung nicht so bald entgegensehen zu müssen. Hier pflegt man sich aber oft zu täuschen. Starke Dielen werden allerdings nicht so bald durchgetreten als schwächere, aber dieser Grad der Abnützung ist auch nicht gerade nothwendig, um den Fußboden unbrauchbar oder unbequem zu machen, sondern es reicht hierzu gewöhnlich schon ein tieferes Austreten der Dielen hin, wodurch der Fußboden uneben wird. Es ist daher in solchen Fällen gewiß vortheilhafter, den Fußboden aus zwei Lagen schwächerer Bretter mit verwechselten Fugen bestehen zu lassen, weil man dann nur den oberen Belag zu erneuern hat, also nur die Hälfte neues Material braucht und der untere Belag unversehrt liegen bleibt. Einen solchen Boden braucht man dann nur zu fugen; denn wegen der verwechselten Fugen ist er noch dichter gegen das Durchdringen des Staubes, als ein einfacher gespundeter. Die Kosten stellen sich auch nicht höher, wenigstens kommt hier (in Stuttgart) ein doppelter Belag von gewöhnlichen Brettern (0,7" stark) nicht höher, als ein einfacher Fußboden von Bedseiten (1,2" stark). Der untere Belag bleibt hierbei rauh; und die besprochene Anordnung ist besonders in den Fällen, in

welchen die Balkenfache leer bleiben und die Decke nur durch den auf den Balken liegenden Fußboden geschlossen wird, wie in Magazinen und dergleichen Gebäuden, vortheilhaft, weil hierdurch die Decke weit dichter wird, als wenn man nur einen einfachen Boden legen wollte.

§. 7.

Bei dem Legen und Befestigen der Fußbodenbretter kommt es hauptsächlich darauf an, die Bretter so zu verlegen, daß ihre Oberflächen in eine Ebene fallen und dieselben möglichst fest an einander getrieben werden, um die Fugen, anfänglich wenigstens, so dicht als möglich zu erhalten.

Um das Erstere zu erreichen, müssen alle Bretter da wo sie auf den wagerecht abgerichteten Unterlagern aufliegen, genau von gleicher Dicke sein, und da die Bretter nie so genau von gleicher Stärke geschnitten, auch durch das Abhobeln ungleich dick werden, so „zwergt" man sie unmittelbar vor dem Verlegen ab. Dies „Abzwergen" besteht darin, daß man an jedem Brette die Stelle, wo es auf das Unterlager zu liegen kommt, bezeichnet und hier mit einem Streichmaaße, welches nach dem schwächsten der vorhandenen Bretter gestellt ist, die nothwendige Stärke aufreißt und das überflüssige Holz, quer über („überzwerg"), in der Breite der Unterlager abhobelt. Dies Verfahren ist dem, nach welchem unter die schwächeren Bretter dünne Spähne gesteckt werden, vorzuziehen.

Um recht dichte Fugen zu erhalten, wird jedes Brett, bevor es festgenagelt wird, scharf gegen das bereits festgenagelte gepreßt, indem man auf die Unterlager einige Klammerhaken einschlägt und zwischen diese und das Brett ein Paar Holzkeile bringt, durch deren festes Antreiben man die gewünschte Dichtung bewirkt. Während diese Keile noch festsitzen, wird dann das Brett genagelt und dann erst die Keile und die Klammerhaken gelöst, um bei dem folgenden Brette auf's Neue gebraucht zu werden. An einigen Orten gebraucht man statt der Klammerhaken hölzerne Spreitzen, die man gegen die gegenüber liegende Wand stemmt und als Stützpunkte für die Keile benutzt. Das erstgenannte Verfahren ist aber dem letzteren vorzuziehen, schon deßhalb, weil mit letzterem eine Holzverschwendung verbunden ist, da die Spreitzen jedes Mal um eine Brettbreite verkürzt werden müssen und daher, wenn der Boden gelegt ist, in lauter unbrauchbare Stückchen verwandelt sind.

Bei dem Nageln selbst hat man darauf zu sehen, daß jedes Brett wenigstens mit zwei Nägeln auf jedem Unterlager genagelt wird. Die Nägel sollen die dreifache Stärke der Bretter zur Länge haben, und mit ihren länglichen Köpfen so gesetzt werden, daß letztere parallel mit den Holzfasern stehen, damit sie ganz eingetrieben werden können, so daß die Köpfe noch unter der Brettoberfläche liegen, was durch kräftigen Gebrauch des Hammers leicht erzielt werden kann. Daß die Nägel in geraden Linien eingeschlagen werden müssen, versteht sich von selbst. Aber jeder einzelne Nagel wird nicht ganz vertikal, sondern so eingetrieben, daß er durch sein Eindringen ebenfalls auf ein dichtes Aneinanderschließen der Bretter wirkt.

Die Fußbodenbretter dürfen, wenn die Balkenfache nicht überhaupt ganz leer bleiben, nirgends hohl liegen, sondern müssen wohl unterstopft werden, wozu reiner scharfer Sand das beste Material bleibt. (In Beziehung auf das Füllmaterial wird hier an das, in §. 31 des 5. Kapitels, Seite 65 Gesagte, erinnert.)

§. 8.

Die hier beschriebenen ordinairen Fußböden, haben das Unangenehme, daß bei ihnen ein Oeffnen der Fugen, trotz aller angewendeten Vorsicht, immer mehr oder weniger eintritt, wodurch das Ausspähnen nach einigen Jahren nothwendig wird, was in Verbindung mit den, doch immer wahrnehmbaren, Nagelköpfen dem Fußboden ein schlechtes Ansehen gewährt. Auch lassen diese Böden immer den Staub des Unterfüllmaterials durchdringen. Man hat daher öfter versucht, durch andere Constructionsweisen diesen Uebelständen abzuhelfen. Von diesen Versuchen wollen wir nur einen näher besprechen, weil er wohl als gelungen zu bezeichnen sein dürfte. Er rührt von dem Tischlermeister „Badmeyer" in Berlin her, dem seine Erfindung seiner Zeit patentirt wurde. Wir geben diese Fußbödenconstruction nach der im „Notizblatt des Architekten-Vereins in Berlin, Jahrg. 1834" Seite 18 enthaltenen Mittheilung in Folgendem.

„Die Fußböden, welche der Tischlermeister „Badmeyer" gefertigt, und worauf derselbe im Jahre 1832 ein Patent auf 5 Jahre erhalten hat, finden gegenwärtig immer mehr die verdiente Anwendung. Sie haben den großen Vorzug, daß zwischen den einzelnen Brettern beim allmäligen Eintrocknen keine Fugen entstehen. Die Construction ist folgende. Es werden in die Fußbodenbretter nach Fig. 1—3 **Taf. 25** die Leisten b eingeschoben, die die gezeichnete Form haben, so daß sie eine Feder bilden welche sich in die Nuth der, an die Deckenbalken genagelten Leisten a einschieben lassen. Die eingeschobenen Leisten b müssen sich also in derselben Entfernung befinden, als die Balken liegen, damit das Fußbodenbrett, sobald es von der Seite angeschoben ist, von den Nuthleisten aller Balken gehalten wird. Durch diese Leisten geschieht daß, was die gewöhnliche Nagelung der Fußböden bewirkt, nämlich daß sich die Bretter nicht in die Höhe heben, sie gestatten aber, daß sich die Bretter nach den Seiten bewegen, und sobald sie durch das Austrocknen schmäler geworden sind, zusammentreiben lassen. Alle Bretter werden beim Legen des Fußbodens zusammengeleimt, damit der ganze Fußboden wie aus einem Stücke besteht, und

das Ganze sich bei Veränderung der Luft und ihrer Temperatur ausdehnen und zusammenziehen kann. Es entstehen daher nur Fugen an den mit den Brettern parallel laufenden beiden Wänden, die durch Brettstreifen mit Holzschrauben befestigt, leicht ausgefüllt werden können. An diesen Wänden werden daher die Fußleisten (Sockel) in den ersten Jahren nur lose gegengestellt, damit man zu jeder Zeit diese Ausfütterung vornehmen kann. Die Fußleisten an den Hirnenden der Dielung werden aber sorgfältig befestigt, da sie zur Niederhaltung des Fußbodens dienen. Um letzteres zu erreichen, bedient man sich auch eingelegter gefalzter Friese. Zur größeren Bequemlichkeit bei der Arbeit fertigt man Tafeln von zwei oder drei Fußbodenbrettern mit eingeschobenen Leisten an, besonders um die mühsame Arbeit des Zusammenleimens an Ort und Stelle zu verringern. Schließlich ist noch zu bemerken, daß sich durch den durchquellenden Leim die Fußbodenbretter an die unteren Leisten oder Balken anleimen könnten, wodurch das Nachziehen gestört würde, weßhalb man auf die Balken oder Leisten Papierstreifen auflegen muß. Der Quadratfuß dieser Fußböden wird gegenwärtig (1834) noch mit 4½ bis 5 Silbergroschen (15¾—17½ kr.) bezahlt."

2) Eingefaßte Fußböden.

§. 9.

Unter diesen versteht man solche, bei denen die Fläche des Fußbodens durch sogenannte Friese in zwei oder mehrere Felder getheilt erscheint. Man kommt am einfachsten auf solche Böden, wenn der zu dielende Raum so groß ist, daß die vorhandenen Bretter mit ihrer Länge nach keiner der Dimensionen ausreichen und daher in dieser Richtung gestoßen werden müssen. Wollte man diesen Stoß ohne weiteres durch das Gegeneinanderlegen der Bretter bewirken, so würde die hierdurch gebildete Fuge, welche die übrigen rechtwinklig schneidet, sehr übel aussehen; man legt deßhalb ein Brett zwischen die Stöße, welches sich nun ebenfalls mit den übrigen Brettern rechtwinklig kreuzt und nennt solches einen Fries. Diesen macht man gern von anders gefärbtem Holze, um ihn mehr auszuzeichnen, und wenn man mehrere dergleichen Friese in sich kreuzenden Richtungen anordnet, so erscheinen die einzelnen Felder des Fußbodens als von diesen Friesen „eingefaßt", umsäumt; daher der Name. Das Interesse, was eine solche Felderteilung der sonst langweiligen und eintönigen Fläche des Fußbodens gewährt, hat Veranlassung gegeben, diese Friese auch da anzuordnen, wo sie nicht durch die Nothwendigkeit geboten sind, und man hat sie zuweilen so vermehrt, daß die einzelnen Felder nur noch 2½ Fuß Seite behalten, welche Böden dann gewissermaßen den Uebergang zu den Parkettböden bilden.

Die Construction dieser Böden ist von der Anzahl der Friese oder der Größe der Felder ziemlich unabhängig, indem die Verbindung der Fußbodenbretter mit den Friesen, und die Befestigung der letzteren auf den Unterlagern immer dieselbe bleibt. Es wird daher genügen, nur auf Letzteres hier näher einzugehen, um die ganze Construction kennen zu lernen.

§. 10.

Die Construction ist verschieden, je nachdem der Fußboden im Erdgeschosse, oder überhaupt an einem solchen Orte gelegt werden soll, wo man die Unterlager legen kann wie man will, oder in einem oberen Stockwerke, wo die Balken als Unterlager dienen sollen. Von ersteren zunächst.

Es stelle Fig. 4 **Taf. 75** einen Raum dar, der durch ein Kreuz von Friesen und eine Einfassung ringsum, in 4 Felder getheilt werden soll. Die Unterlager müssen nun so gelegt werden, daß die Friese, welche die Fußbodenbretter oder Tafeln rechtwinklig kreuzen, immer auf ein solches treffen, und zwar muß das Unterlager um 2 bis 3 Zoll breiter als der Fries sein, damit die Enden der Fußbodenbretter auf den 1 bis 1½ Zoll breiten Vorsprüngen noch ein Auflager finden und hier genagelt werden können. Da man nun aber zuweilen die Friese bis zu 10 Zoll breit macht, so würde dies 12—13 Zoll breite Unterlager erfordern, weßhalb man in einem solchen Falle lieber zwei schmale Unterlager mit einem Zwischenraume so unter den Fries legt, daß sie mit ihrer halben Breite hervorragen, wie dies Fig. 5ª im Durchschnitte zeigt. Die an den Hirnenden der Fußbodenbretter, zunächst an den Wänden, liegenden Unterlager können von letzteren einige Zolle abgerückt werden, um so den nöthigen Vorsprung vor den Friesen zu bilden. Wo sich die Friese in den Ecken des Zimmers treffen werden sie auf die Kehrung, sonst aber stumpf zusammengeschnitten, wie dies unsere Figur zeigt.

Die Friese sind mit den Fußbodenbrettern von gleicher Dicke und werden mit diesen zusammengefalzt. Sind die Bretter und Friese 1½ Zoll stark, so kann man den Falz umgekehrt nach Fig. 5ᵇ, d. h. so machen, daß der Fries auf die Bretter greift und nicht diese auf jenen, was den Vortheil hat, die Hirnenden der Bretter niederzuhalten.

Wenn die einzelnen Tafeln klein (nicht größer als 4' etwa) sind, so ist es gerade nicht nöthig, daß alle die Friese, welche senkrecht zur Länge der Fußbodenbretter liegen, auf Unterlager treffen, sondern es genügt, sie mit den sie selbst kreuzenden Friesen zu verblatten, wenn sie nur gut unterstopft sind, d. h. überall auf dem Füllmaterial aufliegen.

In neuerer Zeit macht man die Friese solcher Fußböden schmäler, gewöhnlich nur 3 bis 4 Zoll breit und

nimmt sie gern von Eichenholz, während die Tafeln dazwischen von Nadelholz sind. So gefällig nun auch der hierdurch hervorgerufene Farbenwechsel für das Auge ist, so bringt die verschiedene Härte dieser beiden Holzarten doch den Uebelstand hervor, daß eine ungleiche Abnutzung eintritt und die Friese Erhabenheiten bilden, was, wenn die Felder dazwischen klein sind, beim Stellen der Möbel ein unangenehmes Wackeln derselben verursacht.

§. 11.

Soll der Fußboden unmittelbar auf die Balkenlage einer Zwischendecke gelegt werden, so wird es sich oft treffen, daß man die Eintheilung in Felder nicht so anordnen kann, daß die Friese auf die Balken treffen. In diesem Falle legt man gewöhnlich zuerst auf die Balken einen Blindboden von starken (1,2 Zoll) Brettern, die rauh d. h. unbehobelt bleiben, aber gefugt oder noch besser gespundet werden. Auf diesem Boden lassen sich dann die Friese in jeder beliebigen Richtung festnageln, und man kann nun wie eben beschrieben verfahren.

In Hamburg z. B. pflegt man die Balkenfelder hohl zu lassen und dieselben unten durch eine Verschalung zur Aufnahme der Gypsdecke zu schließen, oben aber mit einem Blindboden. Auf letzteren werden dann, etwa 4 Zoll breite, 2½—3 Zoll starke Ripphölzer, in 3—3½füßiger Entfernung festgenagelt, der Zwischenraum zwischen denselben bis zu ihrer Oberfläche mit Lehm und Sand aufgefüllt und nun der Fußboden darüber gelegt. Bei dieser Constructionsweise hat man die Lage der Unterlager ganz in seiner Gewalt und kann daher, wenn man einen eingefaßten Fußboden legen will, wieder ganz so wie in §. 10 eben beschrieben wurde verfahren. Oder man kann auch den Blindboden ganz fortlassen, wenn etwa eine halbe Windeldecke vorhanden ist; man braucht nur die Unterlager quer über die Balken, (welche in diesem Falle aber nicht über 3½ Fuß von einander entfernt liegen sollten) zu strecken, nun den ganzen Raum vom Windelboden bis zur Oberkante der Ripphölzer auszufüllen und dann wie vorhin zu verfahren. Hierbei wird man natürlich die Eintheilung der Friese so zu machen suchen, daß möglichst viele der Länge nach auf Balken treffen, und dann die Lage der Fußbodenbretter senkrecht zu diesen Friesen anordnen.

Daß übrigens die Friese sowohl als die Bretter der dazwischen liegenden Felder, wie früher beschrieben, mit hinlänglich langen Nägeln festgenagelt werden müssen, versteht sich von selbst.

3) Parkettirte Fußböden.

§. 12.

Diese erfordern immer einen Blindboden und zwar einen gehobelten, ganz genau wagrecht verlegten, der ganz wie ein ordinairer Fußboden angefertigt wird. Auf diesen wird dann erst der, aus einzelnen Tafeln bestehende, Parkettboden befestigt.

Eine sehr gewöhnliche Anfertigung dieser Tafeln ist folgende. Es werden vier Rahmstücke von gleicher Länge, an den Enden auf die Kehrung, zu einer quadraten Tafel von 2½ Fuß Seitenlänge verbunden und durch ein Kreuz nochmal in vier kleinere quadrate Felder getheilt. Letztere werden dann mit Tafeln aus einer anders gefärbten Holzart gefüllt, die mit einer Feder ringsum in die genutheten Friese oder Rahmstücke eingreifen. Diese Tafeln fertigt der Schreiner, ohne alle Nägel, vorher in seiner Werkstatt an. Da bei dem Aneinanderlegen dieser Tafeln die einfassenden Friese zweier benachbarten, der Breite nach, nur eins auszumachen scheinen, so müssen sie bei den einzelnen Tafeln genau halb so breit sein als die mittleren sich kreuzenden. Diese Tafeln stoßen entweder stumpf gegen einander, oder sie sind nach Fig. 7 **Taf. 75** gefalzt, oder am besten, wie in Fig. 8, durch eine eingeleimte Feder mit einander verbunden. Die Befestigung auf dem Blindboden erhielten diese Tafeln früher nur dadurch, daß man sie aufleimte, jetzt pflegt man sie aber allgemein durch Nägel oder Holzschrauben zu befestigen, die in den Friesen so angebracht werden, daß die Köpfe unter die Oberfläche versenkt sind. Es wird zu diesem Zwecke eine viereckige Vertiefung an der betreffenden Stelle aus dem Fries ausgestemmt, der Nagel oder die Holzschraube, ersterer mittelst eines sogenannten „Aufsetzers“, eingetrieben und dann die Oeffnung wieder zugespundet, indem man ein Holzstückchen gleicher Art, dessen Fasern mit den übrigen parallel laufen, einleimt.

Es versteht sich wohl von selbst, daß die Tafeln jede andere beliebige Form haben, auch auf andere als die angegebene Weise in kleinere Felder eingetheilt werden können, ohne daß die eben beschriebene Construction irgend eine wesentliche Veränderung zu erleiden brauchte.

Man fertigt aber auch Tafeln aus zwei oder drei, in ihren Adern sich kreuzenden Lagen Nadelhölzern an, fournirt diese mit kostbaren, lebhaft gefärbten und in allerlei Figuren zusammengeschobenen Hölzern und bildet auf diese Weise die sogenannten fournirten Böden, die jeden Grad von Reichthum und Eleganz zulassen.

Sicherer gegen das Verwerfen, aber auch theurer construirt man, wenn man die zu fournirenden Tafeln, wie die früher beschriebenen, aus zusammengeschlitzten Rahmen und Füllungen, aber alles aus Nadelholz, bildet, diese unterhalb mit einem „Blindfournir“ aus Eichen- oder Rüsternholz und oberhalb mit dem verzierten Fournir überzieht. Das Festnageln dieser Tafeln geschieht auch wohl mit sogenannten Kreuznägeln, die in schräger Richtung in

Nuthen der Tafeln vor dem Einleimen der Federn getrieben werden.

In neuerer Zeit hat man diese Art Böden häufig verwendet, indem man die Fournire in oft ganz kleinen Stücken (Quadrate und Dreiecke von kaum einen Zoll Seite) mittelst Maschinen fertigt und auf diese Weise sehr leicht symmetrische Muster hervorbringt*). Zu erinnern ist hierbei nur, daß die Fournire nicht gar zu dünn genommen werden dürfen, besonders in Tanzsälen nicht, weil es schon vorgekommen ist, daß solche förmlich durchgetanzt sind. In solchen Fällen erscheint eine Stärke selbst von ½ Zoll nicht zu groß, gewöhnlich beträgt sie aber nur zwei Linien.

Eine einfache Art Parkettböden, die übrigens den in §. 11 beschriebenen „eingefaßten" ohne Blindboden, in oberen Stockwerken, sehr nahe kommt, sind im Gebäude der allgemeinen Bauschule (jetzt wieder Bauakademie genannt) in Berlin zur Ausführung gekommen und in Förster's Allg. Bauzeitung 1836" S. 23 beschrieben, und mag diese Construction, die wenig von der vorhin beschriebenen abweicht, dort nachgelesen werden.

§. 13.

Ehe wir zu einem neuen Gegenstande übergehen, müssen wir noch Einiges über das zu den beschriebenen Fußböden zu verwendende Material anführen, weil dieses auf die Darstellung eines guten Fußbodens einen sehr großen Einfluß ausübt.

Zunächst darf nur kerniges Holz mit wenig Splinth verwendet werden, und wenn man nicht bald weite Fugen haben will, muß das Holz möglichst gut ausgetrocknet sein; bei geleimten Böden schon deßhalb, weil sonst die Leimfugen nicht halten. Gewöhnlich sind die Bretter nur „lufttrocken" und zu ordinairen Böden ist dies auch zureichend. Soll das Holz aber zu Parkett- oder Fournirböden verwendet werden, so muß der Grad der Trockenheit ein größerer sein, und das Holz sowohl zu den Blindtafeln als zu den Fournieren, wo möglich in einer besondern Trockenkammer, die bis auf 30° R erwärmt wird, und in welcher für gehörige Lufterneuerung Sorge getragen wird, besonders getrocknet werden**). Daß außerdem zu besseren Fußböden keine ästigen Bretter verwendet werden dürfen, versteht sich von selbst, und sehr oft wird in den Arbeitsbedingungen das Maximum der Zahl von Aesten, welche in einer Tafel vorkommen dürfen vorgeschrieben; wobei aber dann noch vorausgesetzt wird, daß diese Aeste weder groß, noch lose sein dürfen.

Da ferner gut ausgetrocknetes Holz gern Feuchtigkeit aus der Luft einsaugt und dadurch aufquillt, was vor dem Verlegen der Fußbodenbretter nicht stattfinden darf, so kann man die Fußböden erst legen, wenn die Zimmer durch die bereits angeschlagenen Thüren und Fenster gegen die äußere Luft gehörig abgeschlossen werden können; ja es ist nicht unwichtig darauf zu halten, daß die in den Werkstätten zubereiteten Fußbodentheile nur bei trocknem warmem Wetter nach der Baustelle transportirt werden. Hat man endlich Bretter von verschiedener Trockenheit, so verlegt man die weniger trockenen in die Räume zu ebener Erde, weil diese weniger warm und trocken, kein so starkes Austrocknen und Schwinden der Bretter zulassen, als wie die trockeneren und wärmeren Räume der oberen Geschosse, in welche daher die trockensten Bretter verwendet werden müssen.

§. 14.

Die Gewohnheit, die ordinairen und auch die eingefaßten Fußböden von Nadelholz ohne Anstrich zu lassen und dieselben durch scheuern und Waschen zu reinigen, ist eine sehr üble, die den Gebäuden selbst nachtheilig wird, und dies um so mehr, je öfter das Scheuern vorgenommen, also je reinlicher der Fußboden gehalten wird. Bei dieser Operation, bei welcher häufig weit mehr Wasser auf den Boden gebracht wird, als dies die Reinigung erfordert, dringt ein Theil davon durch die Fugen in das Füllmaterial und durchnäßt dies so, daß es vor dem nächsten Scheuern nicht wieder austrocknen kann, was leicht den Balken nachtheilig wird, abgesehen davon, daß dieser Umstand der Gesundheit der Bewohner unmöglich zuträglich sein kann. An manchen Orten streicht man daher die Fußböden mit Oelfarbe an, oder tränkt sie wenigstens mit Leinöl, unter welches etwas gebrannte terre de Siena gemischt ist. Ein solcher Boden nimmt den Schmutz nicht so leicht an und kann durch Abwischen mit einem feuchten Tuche leicht gereinigt werden, so daß das lästige Scheuern ganz fort fällt. Doch hält ein solcher Anstrich gewöhnlich nicht lange und um einen Fußboden dauernd reinlich und schön zu erhalten, ist es nothwendig, denselben anfänglich mit Wachs „einzulassen", worauf man dann zur Reinigung des Wassers gar nicht bedarf. Das hierbei zu befolgende Verfahren ist folgendes.

Der „einzulassende" Fußboden, sei er neu oder alt, muß durchaus rein und trocken sein. Zu dem Ende muß er durch Kehren und Bürsten sorgsam gereinigt oder auch, wenn es nöthig ist, gescheuert werden, wobei man solche Flecke, die auch diesem Angriffe widerstehen, durch Abhobeln oder Abziehen mit der Ziehklinge entfernen muß. Hiernach muß man den Boden vollkommen trocken werden lassen, und dann erst kann man zu dem „Einlassen" schrei-

*) Ueber die Anfertigung dieser sogenannten „Mosaikfußböden", nach der Erfindung eines „H. Buschmann", siehe „Förster's Allg. Bauzeitung 1842". S. 406.

**) Ueber besondere Vorsichtsmaßregeln bei Anfertigung fournirter Fußböden, sehe man „Förster's Allg. Bauzeit. 1844." S. 234.

ten. Besteht der Fußboden aus edleren Holzsorten, die keiner weiteren Färbung bedürfen, so bedient man sich des gebleichten, sonst aber des gewöhnlichen gelben Wachses. Zu Vornahme der Arbeit sind zwei Personen nöthig. Zuerst reibt man das Wachs in geraden neben einander liegenden Streifen ein; ist dies geschehen, so überfährt eine der beiden hierbei beschäftigten Personen die eingeriebene Stelle mit einer eisernen Pfanne voll glühender Kohlen, die eine solche Einrichtung hat, daß sie mittelst eines hölzernen Stieles dicht über dem Boden, doch ohne diesen zu berühren, hin geführt werden kann. Das hierdurch flüssig gewordene Wachs wird, so lange es noch in diesem Zustande ist, von der zweiten Person mit einem wollenen Tuche überrieben, und hiermit so lange fortgefahren, bis der Fußboden überall gleichmäßig mit Wachs getränkt erscheint.

Soll nun der Boden nicht noch eine besondere Färbung erhalten, so kann sogleich das sogenannte „Bohnen“ vorgenommen werden. Dies geschieht, indem man den eingelassenen Boden mit einer nicht zu steifen Bürste bearbeitet, welche der Arbeiter mit dem Fuße regiert, und zuletzt noch mit einem wollenen Tuche „wichs't“. Will man aber vorher dem Boden noch eine Färbung geben, wie dies bei geringeren Holzsorten oder bei weichem Holze zu geschehen pflegt, oder ist ein älterer Boden durch den Gebrauch abgenützt, so wird vor dem „Bohnen“ eine sogenannte „Wachsseife“, mittelst eines Vorstwisches oder Pinsels gleichmäßig aufgetragen, und erst wenn diese vollkommen ausgetrocknet ist, kann das „Bohnen“ mit Burst und Lappen vorgenommen werden.

Die Bereitungsart der Wachsseife ist folgende. Auf 1½ Maaß Regenwasser wird 1 Pfund Wachs in einem Gefäße einer schwachen Kohlenwärme so lange ausgesetzt, bis das Wachs schmilzt und dann, so lange das Wachs noch flüssig ist, unter beständigem Umrühren 1½ Loth Weinstein zugesetzt, wodurch man eine breiartige Substanz erhält, die sich in einem verschlossenen Gefäße aufbewahren läßt. Unmittelbar vor dem Gebrauche setzt man dieser Masse noch ½ Loth arabischen Gummi und 2 Loth Zucker zu und verdünnt sie dann bis zur Consistenz einer dünnen Leimfarbe. Will man den Boden mit dieser Wachsseife zugleich färben, so kann man derselben etwas Goldocker oder Orleans, welch' letzteren Farbstoff man aber mit etwas Weingeist anfeuchten muß, hinzusetzen. Dieser Anstrich ist in Wohngemächern bei gewöhnlicher Benützung etwa alle zwei Monate zu wiederholen. In der Zwischenzeit genügt es, den Boden von Zeit zu Zeit mit der Bürste und dem wollenen Tuche zu bearbeiten.

4) Geblockte Fußböden (Holzpflaster.)

§. 15.

Obgleich man diese Fußböden nicht zu den „Verbesserungen“ rechnen darf, so kommen sie doch bei Hochbauten, in Durchfahrten ꝛc. sehr häufig vor, so daß wir sie nicht übergehen dürfen, wenn wir auch absehen von der Anwendung derselben als Straßenpflaster. In mehreren großen Städten, in Paris, London ꝛc. hat man in letzterer Beziehung vielfach Versuche damit gemacht, ist aber davon, als einem unzweckmäßigen Ersatz des Steinpflasters, ganz zurückgekommen, und nur in St. Petersburg, wo größere Pflastersteine fast gar nicht zu haben sind, das Holz aber verhältnißmäßig wohlfeil ist, steht dasselbe noch in Anwendung.

Im Wesentlichen besteht ein solcher Fußboden, oder ein solches „Klotzpflaster“, wie man dasselbe gewöhnlich nennt, aus an einander gesetzten Holzklötzen von gleicher Höhe, deren Hirnenden in die Oberfläche des Pflasters fallen, so daß die Holzfasern vertikal gerichtet sind. Die einzelnen Klötze müssen möglichst dicht schließen, und man erreicht dies am leichtesten, wenn man denselben eine ganz regelmäßige Gestalt gibt; und da aus einem runden Baumstamme ein Sechseck mit weniger Holzverlust sich behauen läßt als ein Quadrat, so pflegt man diese Form zu wählen. In St. Petersburg soll man eine Art Fallmaschine anwenden, um lauter congruente Oberflächen der Klötze zu erhalten, was dann die Arbeit sehr erleichtert. Hat man keine Maschine, die die Darstellung lauter congruenter Sechsecke erleichtert, so wird man besser thun, die Klötze mit quadrater Grundfläche zu bearbeiten, weil sich diese Form aus freier Hand leichter darstellen läßt, ungenaue Sechsecke aber noch weitere Fugen veranlassen als ungenaue Quadrate.

Man hat verschiedene Methoden der Darstellung erfunden, und mehrere Engländer haben sich ihre Erfindungen patentiren lassen *). Wir übergehen indessen diese verschiedenen Methoden, da sie meistens auf die Darstellung von Straßenpflaster berechnet sind, solches aber nach den neuesten Erfahrungen sich als unpraktisch bewährt hat und, wenigstens in Deutschland, nicht zur Ausführung kommen wird, oder doch nur im Kleinen auf gewisse Oertlichkeiten beschränkt, wo das Geräusch der Wagen vermindert werden soll, z. B. in der Nähe von Kirchen oder Schulhäusern ꝛc.

§. 16.

Wir begnügen uns, die in St. Petersburg übliche Constructionsweise zu beschreiben, wie sie dort 1837 üblich war, weil sich diese bewährt zu haben scheint, und die nöthigen Anhaltspunkte für die Anfertigung gewähren wird. Das Verfahren ist folgendes.

Auf den geebneten Boden legt man Querunterlagen, A Fig. 10 Taf. 75, von Halbholz (einmal aufgeschnittenes),

*) Eine Zusammenstellung dieser verschiedenen Methoden und Erfindungen findet man in dem „Romberg'schen“ Werke Seite 61.

der ebenen Seite nach oben, in Entfernungen von 5 Fuß. Diese Unterlager werden so in den Boden ein-ttet, daß das ganze eine ebene Fläche bildet. Ueber lben wird eine Lage 1 ½ Zoll starker Bretter oder stärkerer Dielen B gelegt, wie man sie dort, von den einander genommenen Barken welche die Newa herunter nen, wohlfeil erhält, weil sie vielfach durchlöchert, zu ren Bauarbeiten unbrauchbar sind. Zwischen diesen en bleiben starke Fugen, damit daß durch das Pflaster gende Wasser sich auf ihnen nicht sammeln und das ster heben kann. Nach dem Legen werden die Bohlen ig mit Theer getränkt und unmittelbar hierauf die e versetzt. Diese bilden, wie schon gesagt, sechsseitige men von 6—7 Zoll Länge, die aber nach unten zu s verjüngt sind, damit sie oben recht genau schließen. die Klötze recht fest aneinander treiben zu können, wird Bahn für dieselben mit Bohlen, hinter welche man hle geschlagen hat, eingefaßt. Die Straßen werden näm-nur auf eine gewisse Breite mit diesem Holzflaster ver-, der übrige Theil aber mit Steinen gepflastert, und sobald res fertig, werden die einfassenden Bohlen wieder fort-mmen. Die Klötze werden jeder an einer Seite ge-t und mit einem hölzernen Dübel von etwa ¾ Zoll rke und 3 Zoll Länge versehen, um sie so alle mit nder zu verbinden und das Niederdrücken eines einzel-zu verhüten. Nachdem auf diese Art das Pflaster, es Fig. 9 und 10 **Taf. 75** zeigt, vollendet ist, wird vor dem Gebrauch gewöhnlich noch tüchtig getheert, werden wohl die Fugen noch mit Theer und Sand ttet. In St. Petersburg macht man auch die Klötze gewöhnlichem Fichtenholze und rechnet, daß ein gut tigtes derartiges Pflaster alle 4 bis 5 Jahre erneuert den muß, wobei aber die Unterlage noch einmal zu be-n ist. Kann man Eichenholz zu den Klötzen verwen-so kann man natürlich auf eine etwas längere Dauer nen und man wird, kennt man die Preise der Hölzer, t ermitteln können, welches vortheilhafter zu verwenden ist.

Bringt man ein solches Pflaster in Durchfahrten von äuden oder in Remisen, überhaupt in bedachten Räu-an, so wird man die Theeranstriche wohl fortlassen sen, weil sie einen übelen, lange anhaltenden Geruch nlassen, der nicht gerade angenehm sein möchte; auch in solcher Theeranstrich hier, wo das Pflaster immer en bleibt, wohl zu entbehren. Die Bohlenunterlage darf auch hier nicht fehlen, wenn man ein ebenes und erhaftes Pflaster herstellen will.

B. Verschalungen oder Vertäferungen.

§. 17.

Man versteht hierunter die Bekleidung gewisser Flächen Brettern, zu verschiedenen Zwecken. Eine Art dieser Verschalungen, die zum Zweck hatte, als Unterlage für einen Putzüberzug zu dienen, haben wir bereits im I. Theile kennen gelernt, wo von der Anfertigung des Deckenputzes die Rede war. Ferner haben wir im fünften Kapitel dieses Theils Decken besprochen, und in den Fig. 10 und 15 **Taf. 22** und Fig. 1 **Taf. 32** dargestellt, an welchen ebenfalls Vertäferungen vorkommen, und wenn man will, sind die vorhin besprochenen Fußböden eigentlich auch Bretterverschalungen. Wir haben es daher hier nur noch mit solchen Verschalungen zu thun die, in meist lothrechter Stellung, zur Bekleidung von Wandflächen dienen, und einige kurze Bemerkungen darüber werden genügen.

Man unterscheidet ordinaire oder glatte Vertäferungen, die aus neben einander befestigten Brettern bestehen, und eingefaßte oder „gestemmte“ Vertäferungen, die aus Rahmstücken und Füllungen zusammengesetzt werden.

Bei den ersteren werden die Bretter entweder nur gefugt oder gemessert, gefalzt, gespundet oder gefedert, je nachdem man einen größeren oder geringeren Grad von Dichtigkeit verlangt. Das Fugen gewährt in dieser Beziehung gar keine Sicherheit und ist daher wenig üblich. Das Messern ist nur bei horizontalen Vertäferungen, bei denen man das Durchfallen feiner Körper, Sand &c. vermeiden will, üblich, und dann sind die schrägen Fugen natürlich von der Außenfläche der Vertäferung abwärts gerichtet. Bei Schieferbekleidungen pflegt man die Bretterverschalung in den Fugen ebenfalls zu messern, damit die Schiefernägel nirgends nur eine Fuge treffen können. Das Falzen gewährt in der Regel den hinlänglichen Grad von Dichtigkeit, indem diese Verbindung das Durchdringen des Staubes und auch das Hindurchsehen verhindert. Will man einer solchen Verschalung ein geregeltes Ansehen verschaffen, so macht man alle Bretter gleich breit und zeigt die Fuge nach Fig. 18 **Taf. 3** deutlich, oder versieht die Kanten der Bretter, nach Fig. 19 ders. Tafel, mit einem beliebigen Profile. Gespundete Vertäferungen wendet man selten an, weil sie starke Bretter verlangen. Hat man indessen dergleichen, oder sind sie aus irgend einem Grunde nöthig und will man die sichtbaren Nagelköpfe vermeiden, so kann man die Spundung Fig. 21 **Taf. 3** anwenden, bei welcher die letzteren verdeckt angebracht werden können.

Sehr oft fugt man die Schalbretter nur und bewirkt die größere Dichtung der Fugen dadurch, daß man 1 ½ bis 3 Zoll breite Leisten, die irgend ein zierliches Profil bekommen können, über dieselben nagelt. Hierbei ist nur zu bemerken, daß die Nägel zum Befestigen dieser Latten länger sein müssen, damit sie durch die Bretter hindurch noch tief genug in die Unterlage reichen, und ferner, daß die Nägel nur auf einer Seite der Latte angebracht werden dürfen, so daß alle auf derselben Seite der unter der Latte verborgenen Fuge sich befinden, weil sonst bei einem

Schwinden oder Dehnen der Bretter die Latten aus einander gerissen werden könnten. Statt solche Latten anzuwenden, nagelt man auch wohl die „ungesäumten“ (noch mit der Wahnkante versehenen) Bretter, mit weiten Zwischenräumen aus einander und über diese andere Bretter, welche die ersten um 2 bis 3 Zoll übergreifen. Der Uebergriff muß aber so groß sein, daß die Kanten der unteren Bretter durch das Nageln der oberen nicht abspalten. Solche Schalungen nennt man gestülbte, und wenn man den äußeren Brettern ein zierliches Profil an den Kanten gibt, so läßt sich dadurch eine angemessene Verzierung hervorbringen.

Wenn Verschalungen auf massiven Mauern angebracht werden sollen, so muß man Sorge tragen, daß die zur Befestigung der Bretter nöthigen hölzernen Dübel oder Riegel rc. gleich mit eingemauert werden, und daß diese eine schwalbenschwanzförmige Gestalt erhalten, so daß sie gegen das Herausziehen gesichert sind. Die Gelegenheit zum Festnageln der Bretter sollte wenigstens alle vier Fuß vorhanden sein; und es trägt zum guten Aussehen bei, wenn man die, doch immer sichtbaren, Nägel nach einem Schnurschlage in gerader Linie anbringt.

Sind die Verschalungen zum Schutz gegen die Witterung am Aeußeren der Gebäude anzubringen, so müssen, wenn es irgend möglich ist, die Bretter in vertikaler Richtung befestigt und immer gehobelt werden, weil so das Wasser am leichtesten abläuft. Muß man aber aus irgend einem Grunde die Schalbretter horizontal anbringen, so müssen die oberen die unteren übergreifen, und diese müssen an ihrer Oberfläche abgeschrägt werden, damit jene nicht klaffen und dadurch Gelegenheit zu Schneeeinwehungen geben.

§. 18.

Eine besondere Vertäferung bilden die sogenannten Fußlamperien, die man an dem unteren Theile der Wände gedielter Räume anbringt. Ihr Zweck ist, die Fuge zwischen Wand und Fußboden zu decken und zum Schutz der Wände zu dienen. Letzteres kann in zweifacher Weise aufgefaßt werden. Bekanntlich stellt man in den Wohnzimmern rc. die Stühle oder Sessel längs den Wänden auf und da die Rücklehnen dieser Möbel gewöhnlich etwas geschweift sind, so berühren diese die Wand schon, wenn auch die Füße der Stühle noch etwas von der Wand entfernt sind, und beschädigen dieselbe leicht. Ist nun aber eine Fußlamperie vorhanden, so kann man derselben eine solche Gestalt geben, daß der an die Wand geschobene Stuhl eben durch die Fußlamperie, gegen welche die Stuhlbeine anstoßen, so weit von der Wand entfernt gehalten wird, daß die Rücklehne letztere nicht berühren kann. Ferner verlangt man einen Schutz der Wand gegen Beschädigungen bei dem leidigen Scheuern und Waschen der Fußböden. Um den erstgenannten Zweck zu erreichen, genügen sogenannte Fußleisten die man in das Eck zwischen Wand und Fußboden nagelt, und die etwa 2 Zoll dick sein mögen. Um letzteren Zweck aber zu erreichen, muß die Lamperie schon eine Höhe von 6 — 8 Zoll haben. Sie besteht gewöhnlich aus einem einfachen Brette, an welches man oben eine Kehlung oder Abfasung anbringt, und unten mit einer vorspringenden Leiste versieht. Die Befestigung geschieht durch Nägel und in den Ecken werden die Bretter auf die Kehrung zusammengeschnitten und gegen einander genagelt.

Die hier beschriebenen Fußlamperien sind für ihren nächsten Zweck genügend, und zu hohe Lamperien machen die Zimmer scheinbar niedriger, weshalb man sie auch nur selten höher macht, als eben angegeben. In großen Zimmern zieht man indessen die Fußlamperien oft mit in die Decoration, macht sie deshalb höher und gibt ihnen durch Gesimse rc. ein reicheres Ansehen. So lange sie hierbei nur aus, nach einer Richtung laufenden, Brettern bestehen, ist ihre Construction von der angegebenen nicht verschieden. Die etwaigen Vorsprünge rc. bildet man durch aufgeleimte Bretter und Leisten und die Profile und Gesimse werden durch den Gesimshobel geschaffen. Werden die Lamperien aber noch höher und erreichen sie die Höhe der Fensterbrüstungen, so pflegt man sie aus Rahmstücken und Füllungen zusammenzusetzen und es entstehen dann die sogenannten Panele, welche man früher häufig anwendete und die, besonders an den Außenwänden, auch zweckmäßig sind, weil sie die Wand wärmer machen. Diese Panele gehören zu den früher erwähnten „gestemmten“ Vertäferungen. Die Construction ist übrigens so übereinstimmend mit den im nächsten Kapitel zu besprechenden gestemmten Thüren, daß wir, um Wiederholungen zu vermeiden, dorthin verweisen können, und hier nur noch bemerken wollen, daß dergleichen Vertäferungen immer nur „auf einer Seite rechts“, d. h. so angefertigt werden daß die Kehlungen, Vertiefungen rc. nur immer auf der Vorderseite angebracht werden, hinten aber, wo die Vertäferung die Wand berührt, alles rauh bleibt.

C. Dacheindeckungen.

§. 19.

Die hier zu besprechenden Dachdeckungen aus Brettern, Schindeln rc., überhaupt aus Holz oder holzartigen Materialien bestehend, widersprechen gerabezu einer der Hauptanforderungen welche man an jede Dachbedeckung zu machen berechtigt ist, nämlich der Feuersicherheit; und aus diesem Grunde sollte man sie eigentlich gar nicht, oder doch nur bei ganz isolirt stehenden Gebäuden anwenden. Einige davon, wie die Stroh- und Rohrdächer haben aber wieder so manche unbestreitbare Vortheile, daß ihre Anwendung

über ganz zu hintertreiben sein wird. Wir müssen diese Dachdeckungen daher kennen lernen, um in einzelnen Fällen die Vor- und Nachtheile derselben gehörig abwägen und uns für oder gegen ihre Anwendung aussprechen zu können.

Die Eindeckungen steiler Dächer mit Brettern oder Schindeln, stehen in Beziehung auf Feuersgefahr, Wasserdichtigkeit, Wärmeleitung und selbst in Beziehung auf den Kostenpunkt den Strohdächern nach, und nur in sehr holzreichen Gegenden, können Holzdächer, gegenüber von Ziegeldächern, sich in Beziehung auf die Kosten vortheilhaft herausstellen; abgesehen davon, daß im hohen Norden oder in hohen rauhen Gebirgen, Ziegeldächer dem Frost, überhaupt den Einwirkungen des Wetters, nicht widerstehen. In Deutschland dürfte allein dieser letzte Punkt noch für ihre Anwendung sprechen, da die Holzpreise bei uns meistens so hoch stehen, daß der pecuniäre Vortheil überall verschwindet.

Die Stroh- und Rohrdächer haben nicht nur den Vortheil des geringeren Geldaufwandes für sich, sondern sie entsprechen in Beziehung auf Wasserdichtigkeit und Wärmeleitung den an sie zu stellenden Anforderungen so vollkommen, daß sie besonders der Landmann bei seinen Scheunen und Viehställen, nur höchst widerstrebend mit Ziegeldächern vertauscht. Er gewinnt das Material selbst ohne baare Geldauslagen, er besorgt die Reparatur, ja die ganze Anfertigung selbst; und das unbrauchbare Material alter Dächer liefert ihm noch einen schätzbaren Beitrag in seine Düngergrube, so daß es nicht zu verwundern ist, daß er ein großer Verehrer dieser Dächer bleibt, trotzdem er ihre Feuergefährlichkeit wohl einsieht. Und in der That haben die seit langer Zeit bestehenden feuerpolizeilichen Verbote diese Dächer auf dem Lande nicht beseitigen können. Man hat sich daher vielfach Mühe gegeben, die Strohdächer weniger feuergefährlich zu construiren und so die sogenannten Lehmstrohdächer oder Lehmschindelbedachungen erfunden, welche in der genannten Beziehung allerdings Vortheile gewähren, aber einerseits weit beschwerlicher auszuführen sind, die Gebäude weit stärker belasten und, was die Hauptsache ist, im ganzen wenig befriedigende Resultate in Hinsicht auf Dauer gezeigt haben, so daß ihre Verbreitung und Anwendung immer eine sehr beschränkte geblieben ist.

Nach diesen wenigen einleitenden Worten, wollen wir nun die einzelnen Bedachungsarten, näher kennen lernen.

1) Bretterdächer.

§. 20.

Dieselben sind, in Deutschland wenigstens, nur bei interimistischen Gebäuden, Werkschuppen 2c. oder bei wandelbaren Butiken aller Art, gebräuchlich, und im Allgemeinen wohl die schlechtesten aller Dächer. Die Bretter werden entweder parallel zu den Sparren, also von der First zur Traufe reichend, oder parallel zu den ebengenannten Linien, mithin winkelrecht auf die Horizontalprojection der Sparren, gelegt. Im ersten Falle müssen die Fugen der, nur neben einanderliegenden Bretter, entweder künstlich gedichtet, oder durch andere Bretter oder Latten überdeckt werden, um sie wasserdicht zu machen. Im zweiten Falle überdecken sich die einzelnen Bretter selbst, d. h. jedes obere greift mehrere Zoll über das darunter liegende, denn eine Dichtung der horizontalen Fugen ist auf andere Weise schwierig herzustellen.

Beide Arten der Eindeckung gewähren indessen wenig Sicherheit, ein dichtes Dach zu erhalten; denn wenn auch die Fugen durch eine künstliche oder sorgfältige, und daher immer kostbare Bearbeitung, wasserdicht hergestellt werden können, so sind die Bretter selbst dem Werfen, Reißen, dem Ausfallen der Aeste, dem Abspalten der Kanten 2c. so ausgesetzt, daß ihre Dichtigkeit hierdurch, trotz der dichten Fugen, wieder in Frage gestellt wird. Wenn man in dieser Beziehung einigermaßen sicher gehen will, so darf man nur astfreie, geradwüchsige, dauerhafte, also theure Bretter verwenden.

Aber auch solche Bretter widerstehen dem Wetter nicht lange, und man sucht sie daher durch verschiedene Anstriche zu schützen, welche die Sache abermals vertheuern, weil sie, sollen sie wirklich schützen, sehr oft erneuert werden müssen.

Läßt man die Anstriche fort, so müssen die Bretter, wenigstens auf ihrer Oberfläche, glatt gehobelt werden, weil hierdurch der Wasserablauf befördert wird, und liegen mehrere Bretter übereinander, so sollten die oberen auch auf der Unterseite glatt gehobelt werden, weil sie dann dichter aufliegen und das Wasser nicht so leicht in die Lagerfugen eindringt.

Die Wasserdichtigkeit dieser Dächer ist natürlich um so geringer, je flacher sie sind, und in dieser Beziehung müßte man sie daher recht steil construiren, wenn dieser steilen Neigung nicht andere Bedenken entgegen stünden. Diese sind Feuergefährlichkeit und Wärmeleitung. Ein steiles Holzdach ist darum feuergefährlicher, als die in Tyrol und der Schweiz gebräuchlichen flachen Dächer, weil man auf ersterem nicht wie auf den letzteren gehen und stehen kann. Unter den flachen Dächern, in den genannten Ländern, hält man gefüllte Wassergefäße und Wischer bereit, um bei entstehendem Brande das Dach durch eine Aussteigthüre, oder von einer Leiter aus, sogleich besteigen, und das Flugfeuer sofort löschen zu können. Dies ist bei steilen Dächern nicht möglich.

Auf den flachen Dächern bleibt ferner im Winter der Schnee liegen und bildet, vermöge seiner schlechten Wärmeleitungsfähigkeit, eine schützende Decke gegen die Kälte,

…e tragen. Daß hierbei natürlich das unterste oder …aufbrett auf den Sparren gut festgenagelt werden muß, …tet ein. Gewöhnlich rechnet man auf eine Brettlänge …n 14 bis 16 Fuß, 3 dieser Haken, die aus, etwa 1 …ll breitem, aber ganz dünnem (1 Linie) Bandeisen ge…tigt werden. Durch ihre Anwendung erspaart man Nä…el, und die Bretter werden nicht durch das Nageln zu …derweitigem Gebrauche verdorben. Müssen die Bretter …ßen werden, so geschieht dies immer mitten auf einem …arren, und die Stoßfuge wird durch ein der Länge nach …über genageltes Brett gedichtet; auch an den Borden …t man ein Brett, von der First bis zur Traufe reichend, …zunageln, um den Angriffen des Windes entgegen zu …ken.

Eine Verbindung der Bretter durch Messern oder …nden nach Fig. 5 Taf. 76 ist nicht anzurathen, und …ch die letztere Verbindung nur bei starken Dielen aus…hrbar. Die gemesserten Bretter können auch nur als …chalung für ein anderes Deckmaterial z. B. Schiefer die…n; doch werden in einem solchen Falle die Bretter besser …rallel zu den Sparren gelegt.

2) Schindeldächer.

§. 23.

Die hierher gehörigen Dachdeckungen sind, ähnlich wie …e Ziegel- und Schieferdächer, aus einzelnen kleineren …olztafeln zusammengesetzt und haben, je nach der Form …ser Holztafeln, oder auch je nach der Gegend wo sie …rzugsweise angewendet werden, verschiedene Namen be…mmen. Die Holztafeln sind immer aus größeren Blöcken …r gespalten, und oft nur ganz wenig mit dem Schnitz…esser nachgearbeitet. Ihre Größe ist sehr verschieden, so …chselt die Länge von 3 Fuß bis etwa 8 Zoll. Je klei…er die einzelnen Stücke der Bedachung sind, um so gefähr…cher sind sie bei einem entstehenden Brande, obgleich in …anchen Fällen die Wasserdichtigkeit des Daches mit der Kleinheit wächst, trotz der damit zunehmenden Anzahl der Fugen. So läßt sich z. B. mit den sogenannten Dach…spähnen (kleine Schindeln wie sie zum Theil auf dem Schwarzwalde gebräuchlich sind) eine Dachfläche so dicht …ie mit Schiefer eindecken, was mit den weit größeren, sogenannten Landern, nicht der Fall ist. Diese kleinen Schindeln sind aber wegen ihrer Leichtigkeit bei einem bren…nenden Dache andern Schindel ꝛc.-Dächern sehr gefährlich, weil sie brennend vom Winde weit fortgeführt werden können, was bei den schwereren Landern nicht der Fall ist.

Die Schindeldächer werden den Bretterdächern, als permanente Bedachung überall vorgezogen.

Wir wollen nur die hauptsächlichsten der hierher ge…hörigen Bedachungen kennen lernen.

§. 24.

Im Harz und in der Gegend des Fichtelgebirges sind Schindeln im Gebrauch wie Fig. 6 Taf. 76 einige darstellt. Sie sind im Querschnitt keilförmig gestaltet, so daß der Rücken etwa $\frac{3}{4}$ — 1 Zoll breit wird und die Schindel an der gegenüberliegenden Seite zugeschärft erscheint. Die Länge beträgt 2 — 2$\frac{1}{2}$ Fuß und die Breite 3 — 6 Zoll. Auf dem Rücken wird mit einem eigens gestalteten Messer (Schindelmesser) eine 1 Zoll tiefe Nuth in die Schindel gearbeitet, in welche die zugeschärfte Seite etwa $\frac{3}{4}$ Zoll tief eingetrieben wird.

Diese Schindeln werden am Harz gewöhnlich auf eine Bretterschalung gelegt, in anderen Gegenden aber auf eine Lattung. Die Lattweite muß nach der Länge der Schindeln bemessen werden, so daß sich diese von oben nach unten um 6—8 Zoll überdecken. Auf die Lage der (eigentlich verspundeten) Stoßfugen kann in den übereinander liegenden Reihen, keine Rücksicht genommen werden, weil die Schindeln nie von gleicher Breite sind. Wohl aber legt man die Schindeln in den Reihen so, daß die zugeschärften Kanten der Wetterseite zugekehrt sind, damit der Regen nicht vom Winde in die Stoßfugen getrieben wird. Jede Schindel wird da wo sie auf der unteren aufliegt, mit dieser durch einen eiseren Nagel auf die Latte oder die Schalung aufgenagelt, am oberen Ende erhält aber etwa nur die 5te oder 6te Schindel einen Nagel. Die Nägel sind etwa 2 Zoll lang und haben einen zweiflügeligen Kopf; in einigen Gegenden aber, z. B. auf dem Harze, sind sie etwa 3 Zoll lang, und haben gar keinen Kopf. Sie werden alsdann nicht ganz eingetrieben, damit sich die Schindeln nicht davon abziehen können. Die Nägel mit Köpfen sind etwas theurer aber jeden Falls besser.

Damit die Schindelreihen nicht klaffen, muß die Traufreihe eine Unterlage (Traufbrett) bekommen, und an der First läßt man die oberste Schindelreihe der Wetterseite etwa 4 Zoll vorstehen, gegen welche die Schindeln der gegenüberliegenden Dachfläche scharf gegen gepaßt werden. Man kann aber auch die Verfirstung, wie bei den Bretterdächern beschrieben, und in Fig. 1 B Taf. 76 dargestellt wurde, anordnen, wenn man nicht eine Eindeckung dieses Dachtheils mit rückenförmig gebogenen Blechstreifen vorziehen will.

§. 25.

Die kleineren Schindeln oder Dachspähne, wie sie auf dem Schwarzwalde gebräuchlich, sind etwa 8 Zoll lang, 4 Zoll breit und 4—5 Linien dick, oft noch kleiner. Nach „Rondelet“ sollen sie in Frankreich 12—14 Zoll lang und 6 Linien dick sein. Am unteren Ende werden sie sehr häufig abgerundet, am oberen aber etwas dünner be-

n Winter wärmer halten, und im Sommer den Einfangen der Hitze entziehen, was für Thiere und Früchte e in solchen Räumen aufbewahrt werden, wohlthätig t. Für Keller und Eisgruben gibt es keine zweckmäßigere dachung. Damit die Dächer nun aber auch diese Vorile gewähren, müssen die Stroh- und Rohrdächer 10—11 Zoll dick eingedeckt werden, und damit sie wasserdicht weren, und nicht zu bald verderben, darf der Neigungswinkel der Dachflächen nicht unter 45 Grad sein. Den Quadratfuß Strohdach von 10—11 Zoll Dicke, kann man etwa zu 6—7 Pfund annehmen*), und auf eine Quadratruthe Dachfläche von der angegebenen Dicke sind etwa bis 44 Bund Stroh von 5—6 Cubicfuß Inhalt erforderlich, oder man rechnet pro Quadratruthe, für jeden Zoll Dicke, 4 dergleichen Bund Stroh.

Dünngesätes Getraide gibt, der stärkeren Halme wegen, die besten Strohdächer und das Roggenstroh wird dem Waizenstroh vorgezogen, weil letzteres weniger holzig ist, als welkt und sich zusammensetzt, sich dann leichter aus dem Verbande zieht, und dadurch Gelegenheit zur Undichtigkeit gibt. In Deutschland pflegt man das Stroh in seiner ganzen Länge d. h. mit den Aehren zu verwenden. Die Aehrenenden aber dauern weniger lange, und ziehen Vögel und Mäuse an, weshalb der Gebrauch, diese Enden auf einen Fuß Länge abzuhauen, zu empfehlen sein dürfte; um so mehr, da diese Enden noch ein brauchbares Futter für die Schafe geben.

Die Dauer eines guten Strohdaches kann man zu 15 Jahren annehmen, und zwar so, daß sie während dieser Zeit gar keiner Reparatur bedürfen. Nach derselben setzt sich Moos an, und der Landmann freuet sich, wenn auf seinen Dächern die Dachwurzel (sempervivum tectorum) sich zeigt, weil dies eine längere Dauer des ersteren verspricht; denn dies dichtere Moos schluckt wie ein Schwamm die Nässe ein, und läßt sie langsam wieder vertrocknen, wobei die darunter liegenden „Strohschauben“ trocken und wasserdicht bleiben.

§. 28.

Das Eindecken der Strohdächer ist im ganzen einfach und wird, wie schon erwähnt, sehr häufig von den Landleuten selbst vorgenommen, doch sind die dabei nothwendigen Handgriffe schwierig zu beschreiben, und ohne eigene Anschauung wird man nicht damit bekannt werden. Wer sich daher über die Manipulation des Deckens näher instruiren will, muß Gelegenheit suchen dem Eindecken eines Strohdaches beizuwohnen, wo ihm das Verfahren bald deutlich werden wird. Um indessen doch einen Begriff von der Sache zu bekommen, wollen wir aus dem „Gylliſchen Werke“*), welches die Sache sehr ausführlich behandelt, einen Auszug geben, und verweisen im Uebrigen unsere Leser auf die genannte Quelle, aus der schon viele Autoren schöpften.

Die Latten zu diesen Dächern können geschnitten sein, oder, wie bei den Landerdächern, aus gespaltenen Stangen bestehen. Letztere sind aber nur dann vortheilhaft, wenn dergleichen Stangen in den Forsten im Ueberfluß vorhanden sind. Die Lattweite beträgt bei Strohdächern 11, bei Rohrdächern 13—14 Zoll (württbrg.) Im Allgemeinen soll man die Lattweite nach der Länge des Strohs bemessen, so daß jeder Halm dreimal an die Latten gebunden werden kann. Die erste Latte kommt an das Ende des Sparrens oder Aufschieblings und die nächste nur so weit davon entfernt, daß der Decker mit dem Arme durchgreifen kann, also etwa 4 Zoll. Die oberste Latte auf der Wetterseite des Daches, wird mit dem Ende der Sparren gleich aufgenagelt, und von dieser ist die nächste Latte derselben Dachseite nur 5½“ Zoll entfernt. Auf der entgegengesetzten Seite aber bleibt die oberste Latte 4 Zoll von dem Sparrenende entfernt. Der Grund für diese Anordnung ergibt sich aus dem Deckverfahren. Nachdem das Dach gelattet ist, werden die Windbretter an den Borden angebracht, welche immer 1½—2 Fuß über die Giebelfläche vorstehen müssen. Die Befestigung geschieht gewöhnlich durch hölzerne Knaggen die an den äußersten Lattenenden und etwa immer bei der 4ten Latte, in vorgebohrte Löcher gesteckt, und an welchen die Windbretter festgenagelt werden, Fig. 2 und 3 **Taf. 77** zeigen diese Befestigung. Da es, aus früher angeführten Gründen, sehr gut ist, auch die Unterfläche des vorspringenden Dachtheils mit Brettern zu verschalen, so dürfte die von „Wolfram“ vorgeschlagene, und in Fig. 1 **Taf. 77** gezeichnete Befestigungsart, die sich selbst erklärt, die zweckmäßigste sein. Das Windbrett muß übrigens so breit sein, als die Dicke der Deckung. Am unteren Ende der Sparren befestigt man noch mittelst Knaggen provisorisch ein Brett, winkelrecht auf die Sparren, so daß es etwa 6 Zoll vor den Balkenköpfen vorsteht. Es soll dazu dienen, die untersten Strohschauben dagegen zu stellen, und wird nach dem Decken wieder entfernt.

§. 29.

Die unterste Reihe Deckschauben oder Deckschöfe, wird auch bei den Rohrdächern von Stroh genommen, weil die Schöfe nach Fig. 4 **Taf. 77**, etwa 16 Zoll vom Stammend entfernt, 4—5 Zoll tief mit einem Beile schräg verhauen werden müssen, damit die Halme der

*) Man kommt zu diesem Resultate, wenn man annimmt, daß 3 Cubicschuh fest zusammengepreßtes Stroh 20 Pfund wiegen.

*) Handbuch der Baukunst, fünfte Auflage, 1822. Band II. Seite 221.

folgenden, darauf zu legenden Stroh- und Rohrschöfe aufwärts nach der Dachfläche zurückgeschlagen werden können, ohne widrige und nachtheilige Absätze zu bilden; denn die fertige Dachfläche muß ganz gerade und eben sein. Auch muß der untere Theil der Traufschöfe nach Fig. 5 Taf. 77 zurückgebogen, und auf die erste Latte durchgesteckt werden, wodurch diese ersten Schöfe sich gewissermaßen auf die Latten aufstützen. Diese Manipulation kann man mit dem Rohr seiner Zerbrechlichkeit wegen, nicht vornehmen; auch läßt sich das Rohr nicht so fest binden wie Stroh, und wird daher leichter herausgezogen.

Das Decken geschieht auf dem sogenannten **Deckbaume**, welcher 13—20 Fuß lang, oben am Dache vermittelst an jedem Ende des Baumes angebrachter Seile befestigt ist, und heraufgezogen und herabgelassen werden kann. Auf diesem Baume steht der Arbeiter und benützt ihn gleichsam als Gerüst. Es wird in einer Breite gleich der Länge des Baums, das Dach stückweise eingedeckt und ein solches Stück nennt man einen **Baumgang**. Das Decken von der Leiter, was in Streifen von nur 3½—4 Fuß Breite geschehen kann, ist nicht so gut.

Nachdem 6—7 Traufschöfe, mit den Stammenden nach unten, nebeneinander gelegt werden, wird darauf eine 3—4 Zoll starke Lage aufgebundener Schöfe ausgebreitet, und dann durch die sogenannten **Bandstöcke**, befestigt. Die Bandstöcke werden etwa 1½ Zoll stark und 5—7 Fuß lang aus Nadelholz gespalten; denn junge Haselnuß- oder Birkenbäumchen hierzu zu nehmen, ist eine Holzverschwendung. In die Windbretter sind vorher, senkrecht über jeder Latte, Löcher gebohrt. Die untersten Bandstöcke werden nun mit dem einen Ende in das unterste Loch der Windbretter gesteckt, das Stroh mittelst des sogenannten **Deckknüppels** tüchtig angedrängt, und am Ende wie auch in der Mitte ein bis zwei mal, oder alle 2—2½ Fuß, mit Bindeweiden an den Bandstock angebunden. Die hierauf folgenden Schöfe werden dergestalt aufgelegt, daß sie den Bandstock der ersten Schichte noch 7—8 Zoll lang bedecken, und werden in eben der Art wie die ersten, mittelst der Dachstöcke und deren Befestigung durch Weiden, in Entfernungen von 11—12 Zoll, an die Latten gebunden. Die Bänder müssen in den verschiedenen Höhen Verband halten, d. h. schachbretterartig angebracht werden, und man hat darauf zu sehen, daß die Bandstöcke sich senkrecht zur Dachfläche über den Latten befinden. Bevor der Decker die Dachfläche über einer jeden Schicht bindet, schlägt er die Halme mit dem sogenannten **Deckbrette** in einer schrägen Lage dergestalt heraufwärts, daß nicht nur die Dachstöcke der unteren Lage gehörig mit Stroh bedeckt werden, sondern daß auch das Dach überall eine gleiche Dicke und eine ebene Fläche erhält. Das **Deck-** [illegible]st etwa 2 Fuß lang, 6½ Zoll breit und 1 Zoll stark, mit einem Handgriffe versehen, und auf einer Seite sägenförmig gereifelt, um die Stroh- und Rohrhalmen besser zu fassen; auch hat es auf einer schmalen Seite eiserne Zähne, um das Stroh damit gerade zu kämmen.

§. 30.

Bei den Stroh- und Rohrdächern ist die Sicherung derselben oben am First, oder die „Verfirstung" derselben, von der größten Wichtigkeit, und nicht blos des Einregnens wegen, sondern hauptsächlich deßhalb, weil dieser Theil des Daches leicht durch Sturmwinde beschädigt werden kann. Zunächst ist zu bemerken, daß auch zur Verfirstung der Rohrdächer die obersten oder „Firstschöfe" von Stroh genommen werden, weil ein Theil des, mit den Stammenden über den First hinausgelegten, Strohes der zuerst gedeckten Seite, um die Spitze des Daches nach Fig. 6 Taf. 77 herumgebogen, und unter die, nach der früheren Bemerkung, (auf der zuletzt zu deckenden Wetterseite) etwas herunterwärts angeschlagene Latte untergesteckt werden muß. Das Rohr würde hierbei aber leicht brechen.

Die Verfirstung selbst geschieht auf verschiedene Weise. Die mit sogenannten **Windklötzen**, die bloß als Beschwerungsmaterial aufgehangen werden, ist die schlechteste, und wir übergehen dieselbe daher. Eine andere Art besteht darin, daß auf den beiden letzten Latten, wenn das Untergebinde der Schöfe mit den Stammenden aufwärts gelegt worden, die sichtbar bleibenden zwei Reihen Dachstöcke auf jeder Dachseite, 11 Zoll aus einander mit Weiden aufgebunden, beim Zudrehen der Knoten derselben aber so viel Stroh mit zu Hülfe genommen wird, daß die Weiden mittelst eines Knotens von Stroh vor der baldigen Fäulniß gesichert werden.

Noch eine andere, bessere, aber etwas umständlichere und mühsamere Verfirstung erhält man auf folgende Art. Es werden nämlich, wenn die First, in vorbeschriebener Art, der Länge nach mit zwei Reihen Dachstöcken befestigt ist, jedoch ehe der Decker die Firstlatten mit Stroh belegt, auf jeden Sparren nach Fig. 6 Taf. 77, bei den zwei letzten Latten, hölzerne, zwei Fuß lange Nägel, von ¾ Zoll Stärke mit einem Schlägel fest eingeschlagen und zwar auf 3—4 Zoll tief in die in die Sparren vorgebohrten Löcher; ist dies geschehen, so fertigt der Decker die First mit den Dachstöcken. Er legt nämlich ein Paar Latten auf das Stroh und bemerkt an denselben die Stellen, wo die eben erwähnten Nägel hintreffen und bohrt an diesen Löcher durch die Latten, um sie auf die Nägel aufschieben zu können. Diese werden dann fest auf das Stroh niedergeschlagen und die Nägel oben verkeilt. Unter diesen Latten, die man auch, wenn man die etwas größeren Kosten nicht scheuet, mit etwa 15 Zoll langen eisernen Nägel bequemer befestigen kann, sammelt sich indessen doch auch

...chtigkeit und verursacht ein Verfaulen des Strohes, ...halb ist wohl die beste Art der Verfirstung die, auch ... Latten fortzulassen, und nach Fig. 7 und 8 **Taf. 77**, ... die gerade über einander angeordneten Bänder der ... sichtbar bleibenden Bandstöcke, Strohbänder oder ...nannte „Strohpuppen", welche mit vier Bindeweiden ...ig zusammengebunden sind, quer über, ebenfalls gut ... Bindeweiden zu befestigen.

Endlich kann man die First auch durch 4—5 Reihen ...gel bilden und mit Hohlsteinen aufdecken, doch ist eine ...e Verfirstung kostspielig und wird wohl öfter nur des ... Ansehens wegen angewendet.

§. 31.

Man kann die Strohdächer auch ohne Dachstöcke ein...den, wenn man auf folgende Weise verfährt.

Man bindet Strohbunde von etwa 8 Zoll Durch...ser, wie die gewöhnlichen Deckschöfe, locker zusammen, ...ch muß der Knoten des Strohbandes fest sein. Hierauf ... man den Schof in zwei gleiche Theile und dreht ... eine Hälfte einmal ganz herum, so daß wieder die Stammenden beider Hälften neben einander liegen, wie ... 15 **Taf 77** einen so behandelten Schof darstellt. ... auf diese Art die erforderliche Anzahl Dachschöfe an...rtigt, so wird das Dach wie gewöhnlich gelattet; nur ... zu bemerken, daß die Kanten der Latten mit dem Schnitz...ser etwas gebrochen werden müssen, weil man die Schöfe ... Strohbändern festbindet und diese bei den abgerun...ten Latten fester angezogen werden können, ohne zu zer...ßen. Mit dem Decken beginnt man wie gewöhnlich an ... Traufe, und zwar wird von den Traufschöfen die eine Hälfte an dem Aehrenende etwas ab- und gerade gehauen. ... also abgestutzte Hälfte der Schöfe wird unter die vorge...gene Diele (welche aber auch fort bleiben kann) und ...ter die erste Latte, wie in Fig. 14 **Taf. 77** zu sehen, ...steckt, wodurch die Traufschöfe ihre Haltung unterhalb be...kommen. Diese untersten Schöfe werden mit dem Stammende ...ch unten gelegt; bei den folgenden aber das Stammende ...ch der First zu. Die übrigen Deckschöfe bleiben unverhauen ... die Befestigung derselben geschieht auf folgende Weise.

Man nimmt von den beiden durch das erwähnte Strohband an einander befestigten Hälften der Schöfe ... 15 **Taf. 77**, sowohl von den Stammenden, als von ... Aehrenenden, so viel Halme Stroh als man zusam...en mit einer Hand umspannen kann, und dreht davon ... Tau oder einen Strang. Nun steckt man dieses Tau zwischen den beiden vereinigten Schöfen hindurch, zieht dasselbe um die Latte und holt es wieder auf die Dach...fläche herauf, so ist hierdurch die Befestigung beider Schof...hälften geschehen; und indem man wieder zwei Schofhälf...ten angelegt hat, verfährt man auf dieselbe Weise weiter mit demselben Strohtau, welches immer wieder an die folgenden Schöfe angedreht oder angesponnen wird, bis zu Ende des Daches. Diese Befestigung der Schöfe mit dem Strohtau ist die Hauptsache, und es muß auf dieselbe alle Sorgfalt verwendet werden. Die unmittelbar über den Traufschöfen, mit ihren Aehrenenden abwärts gerichteten Schöfe, werden nach der Trauflinie gerade gehauen.

Besonders gut muß die First befestigt werden, und es geschieht dies ebenfalls durch ein Strohtau, welches sehr oft durchgesteckt, um die Latte gezogen, und so wieder außerhalb des Daches verschürzt wird. Dies ist das einzige sichtbare Strohband auf jeder Dachseite.

Diese Art der Eindeckung ist die beste, nur erfordert sie guten Willen der Arbeiter, damit die Strohtaue, die alles halten, gut und fest gedreht oder gesponnen werden.

4) Lehmschindel- oder Lehmstrohdächer.

§. 32.

Lehmschindeldächer sind solche, bei denen man das Stroh, ehe man dasselbe aufdeckt, dergestalt zubereitet und mit Lehm überstreicht, daß eine Art von Tafeln daraus entstehen, die auf dem Dache neben und über einander gelegt werden. Dergleichen Dächer, die unstreitig den Vortheil geringerer Feuergefährlichkeit für sich haben, werden auf verschiedene Weise angefertigt.

Bei der einen Art wird das Stroh, in der Dicke welche das Dach haben soll, auf einer Seite mit Lehm bestrichen und diese Seite nach innen oder auf die Latten gelegt. Nach der andern Art wird dünn ausgebreitetes Stroh auf beiden Seiten mit Lehm bestrichen, und diese so gebildeten Tafeln werden dann auf das Dach gelegt. Auf die äußere, ebenfalls schon mit Lehm bestrichene Seite, wird nochmals Lehm aufgetragen, und in diesen noch weichen Lehm werden sodann in Bündel zugeschnittene Strohhalme eingesteckt, welche die Dachfläche oben bedecken.

§. 33.

Um Dächer der ersten Art anzufertigen, machen sich die Arbeiter einen Tisch Fig. 9 und 10 **Taf. 77**. Auf dem Tischblatte, dessen Füße übrigens nur in den Boden eingegrabene Pfähle bilden, wird eine Querleiste, etwa 6 Zoll hoch, angeschlagen und zwar in einer nach der Länge des Strohes bemessenen Entfernung von der vorderen Kante. Zu beiden Seiten werden schräge Bretter als Seitenstücke, mit 2½ bis 3 Fuß lichter Entfernung von einander befestigt. Diese Seitenbretter dürfen etwa nur ¾ der Tischlänge, von der Querleiste an haben, weil sie sonst die Arbeiter bei dem Umschlagen des Strohes hindern würden.

Ist der Tisch fertig, so breitet man auf demselben eine etwas zusammengedrückte, 3 Zoll hohe Lage Stroh

strichen, und hierauf werden die großen abgeschrägten Strohpuppen mit der äußeren Kante o des Brettes p o dicht aufgelegt und einen Zoll hoch mit Lehm bestrichen. Hierauf nimmt man gerades langes Stroh, so viel als man mit einer Hand fassen kann, dreht solches ein paarmal um; biegt es an den Halmenden ungefähr ¼ der ganzen Länge zusammen, wie Fig. 9 zeigt, und legt mehrere dergleichen Bündel der Länge nach auf die Strohpuppen in die Gegend, wo die erste Abstufung in dieselben eingenommen ist, neben einander. Dieses Stroh wird ebenfalls, und zwar etwas über die Hälfte, mit Lehm bestrichen, und dann wird erst auf die dritte Latte die zweite Schindel von der zweiten Gattung Fig. 12 Taf. 77, deren eine Seite nur bis zur Hälfte mit Lehm bestrichen, und zwar diese Seite oben, aufgelegt und mit Weiden an den Enden an die Latte angebunden. Die Enden dieser Schindeln werden auch mit Lehm verstrichen, mit dem Streichholze gut abgestrichen und die von dem ausgebreiteten Stroh herabhängenden Halme h h Fig. 1 Taf. 78 auf einem untergehaltenen Beile mittelst eines abgerundeten Knüppels ab- und gerade gehauen.

Die weitere Deckung bis zur First ist nun ganz einfach; man legt eine von den zuerst beschriebenen Schindeln auf die vierte Latte, und bindet dieselbe mit zwei Weidenruthen fest. Eine solche Reihe Schindeln von der Traufe bis zur First reichend, heißt ein Gang.

Wenn der zweite Gang aufgelegt wird, so müssen die Schindeln an der Seite so scharf zusammengezogen werden, daß sie sich etwas überdecken. Sobald nun das Dach auf einer Seite völlig eingedeckt, und auf der anderen Seite ein Gang fertig ist, so wird, wegen größerer Bequemlichkeit, die Deckung der First sogleich theilweise vorgenommen und dabei auf folgende Weise verfahren.

Zuerst werden Strohpuppen Fig. 10 Taf. 78, deren Halmenden (um sie von gleicher Dicke zu bekommen) umgeschlagen und bei c und d mit Bändern gebunden werden, angefertigt. Diese werden auf einer Seite mit Lehm bestrichen und mit der bestrichenen Seite der Länge nach in die Oeffnung l Fig. 2, welche die letzten Reihen der Lehmschindeln von beiden Seiten des Daches offen gelassen haben, gelegt. Alsdann werden diese eingelegten Strohpuppen auf ihrer oberen Seite, und die ihr auf beiden Dachseiten zunächst liegenden Lehmschindeln beinahe bis zur Hälfte, mit Lehm bestrichen, und auf letztere werden so viele von den kleinen, früher beschriebenen, Strohpuppen mit kleinen Holzpflöcken, welche etwa 9—10 Zoll lang sind, neben einander befestigt, als die Breite einer Schindel einnimmt. Jedoch müssen diese Strohpuppen nur so weit herab befestigt werden, daß die Hälfte der Länge derselben auf die andere Seite des Daches umgeschlagen und mit Lehm verstrichen werden kann. Auf der entgegengesetzten Dachseite verfährt man eben so und legt darauf zuletzt noch eine 1—1½ Zoll hohe Schicht Lehm.

§. 35.

Die hier zu beschreibenden Lehmschindeln sollen nach „Gylli“ in der Gegend von Marienwerder und Danzig, aber nur in einem kleinen Umkreise, bekannt sein.

Zur Anfertigung dieser Lehmschindeln wird wieder ein Tisch, wie bei der erstbeschriebenen Art, angefertigt. Zwischen den Leisten desselben wird Stroh ausgearbeitet, so daß die Wurzelenden an der hinteren Querleiste anstoßen und die Aehrenenden vorn herabhängen; das Stroh aber einen Zoll hoch liegt. Dieses Stroh muß dann überall mit gut zubereitetem Lehm bestrichen werden. Bei diesem Bestreichen gebraucht man die Finger wie einen Kamm, so daß der Lehm zwischen die Halme hineingetrieben wird und diese zusammen klebt. Demnächst wird mit einem angenäßten Streichbrette die obere Seite glatt gestrichen und die über den Tisch hängenden Aehrenenden des Strohes über einen dünnen runden Stock herumgeschlagen und auf der oberen Seite der Schindel fest, und bis an den eingelegten Stock, mit Lehm bestrichen. Der Stock ist etwas länger als die 2,2 Fuß breite und 4 Fuß lange Schindel. Er ist zugleich die Handhabe, mit welcher die Schindel bewegt wird. Diese jetzt obere Seite der Schindel wird mit Sand oder Spreu bestreuet und darauf die Schindel heruntergezogen, umgedreht und wieder auf den Tisch gelegt, so daß der Stock an die hintere Querleiste zu liegen kommt. Damit derselbe bis auf die Tischplatte niedergelegt werden kann, müssen die Seitenleisten um etwa 1—1½ Zoll von der hinteren Querleiste entfernt bleiben. Hierauf wird die jetzt obenliegende Seite der Schindel tüchtig mit Lehm bestrichen, mit dem Brett geglättet, Sand darauf gestreuet und die Schindel als fertig vom Tische genommen.

Der zum Aufbewahren und Trocknen der Schindeln bestimmte Platz muß gehörig geebnet und wo möglich schattig gelegen sein.

Die Schindel ist nach dem Trocknen etwas über einen Zoll dick. Sind die Schindeln beinahe trocken, so können sie 12 Fuß hoch über einander gestapelt und in einem Schuppen oder in einer Scheune aufbewahrt werden. Um die Schindeln zum Decken zu verwenden, brauchen sie übrigens nicht ganz trocken zu sein.

§. 36.

Die Deckung mit diesen Schindeln geschieht auf folgende Weise. Nachdem das Dach 11—13 Zoll weit mit gewöhnlichen Latten gelattet, da aber wo die Schindeln genagelt werden, zwei Latten gegen einander, oder besser eine stärkere Latte befestigt worden, werden die Schindeln auf-

gezogen. Dies geschieht mit einem Stricke, den man an den beiden Enden des Stockes der Schindel befestigt und letztere auf einem gegen das Gesimsbrett gelehnten Brette gleiten läßt. Die Befestigung geschieht durch zwei hölzerne Nägel, welche vor dem Stocke durch die Schindel in die Latten geschlagen werden. Gleich über die erste Schindel wird die zweite dergestalt gelegt, daß sie mit dem untern Ende nur um etwas über den Stock reicht, wie in den Profilen Fig. 3 und 4 **Taf. 78** zu sehen ist; sie wird wie die erste befestigt, und man fährt auf diese Weise fort, bis der First erreicht ist. Es ist noch zu bemerken, daß man die vorstehenden Enden der Stöcke an den Schindeln abschneidet, ehe man sie festnagelt. Ist nun eine Reihe Schindeln, oder besser in der Breite eines „Baumganges" von der Traufe bis zum First herauf gedeckt, wobei der Deckbaum ganz so angelegt wird, wie bei einem gewöhnlichen Strohdache, so bringt man etwas dünn preparirten Lehm, etwa auf 18 Zoll von der Traufe herauf, in einer Stärke von 1 Zoll, als eine auf die Schindeln gestrichene Lage an, und legt auf diese Lehmlage Strohpuppen eine neben die andere. Letztere sind mit einem Strohbande oder mit einer Bindeweide zusammengebundene Strohbündel von 16—18 Zoll Länge und 6—8 Zoll Dicke, an beiden Enden gerade gehauen. Die zuerst an der Traufe gelegten Strohpuppen e e Fig. 5 **Taf. 78** werden oberhalb an der untern Seite schräg abgehauen, wie dies Fig. 3 bei a zeigt, und unaufgebunden neben einander gelegt. Die darüber liegenden Strohpuppen werden nicht schräg gehauen, dagegen werden aber ihre Bänder aufgelöst.

Auf die Lage der ersten Strohpuppenreihen kommt alles an, nämlich daß sie unterwärts so verhauen werden, daß sie nicht zu steil gegen den Abhang der Dachfläche zu liegen kommen, denn die Lage der folgenden richtet sich nach diesen ersten.

Ueber diese Strohpuppen wird über ihrem Bande in h h Fig. 5 eine geschnittene Latte gelegt, theils um die Strohbündel von oben herunter zu drücken, theils um für die weitere Anlage die Richtung zu bezeichnen; sie wird durch einige vorgesteckte hölzerne Pflöcke gegen das Gleiten gesichert. Auf die Spitze der Bündel, über der Latte, wird nun Lehm gestrichen und dann die eben erwähnte Latte wieder fortgenommen und zu den folgenden Lagen ebenfalls verwendet, weil sie die Strohbündel nur so lange niederdrücken soll, bis die Bänder gelöst sind. Nun folgt die zweite Lage Strohpuppen, die unverhauen bleiben; man legt sie dicht neben einander und so weit herunter, daß sie die Latte noch etwas überdecken, und ist die ganze Breite des Baumganzes belegt, so kommt die Latte wieder oben auf zu liegen. Hierauf werden die Bänder der Strohpuppen gelöst und das obere Stroh derselben mit dem, schon bei den Strohdächern beschriebenen, Deckbrette zurückgeschlagen, so daß die Spitzen desselben gegen das Dach zu in den Lehm getrieben werden. Die letzte Strohpuppe an der Leiter, auf welcher der Deckbaum an einem Ende liegt, behält ihr Band, und dies wird erst mit den später daneben gelegten Puppen gelöst, damit kein Absatz im Dache entsteht und sich alles recht gleichmäßig mit einander verbindet.

Wenn so eine Seite des Daches fertig geworden ist, so wird die andere ganz auf dieselbe Art angefertigt, nur muß bei jeder Reihe von Schindeln oder Baumgänzen auch die First auf der entgegengesetzten Dachseite gleich mit gefertigt werden.

Es wird nämlich auf die oben über den First herüber gebogenen Schindeln Fig. 3 **Taf. 78** bei b, ein von Stroh zusammengebundener Wulst gelegt, mit Lehm bestrichen und so die sattelförmige Gestalt der First hergestellt, darüber drückt man langes Stroh in den weichen Lehm und verstreicht auch dieses oberhalb recht gleichmäßig mit Lehm.

Das in den Lehm eingestoßene Stroh trocknet bei warmem Wetter bald fest mit demselben zusammen, so daß diese äußere Strohbedeckung nicht vom Sturme fortgeführt werden kann; und daß dann ein solches Dach gegen Feuer von Innen und Außen einen weit größeren Widerstand leisten wird als ein Stroh- oder Holzdach, ist leicht einzusehen und auch durch die Erfahrung erprobt. Schwerer ist es allerdings als ein Strohdach und erfordert daher ein etwas stärkeres Dachgerüst, allein dieser Nachtheil wird durch die größere Feuersicherheit mehr als aufgewogen. „Gylli" gibt das Gewicht eines preuß. Quadratfußes zu circa 22 Pfund an, d. i. für den württ. Quadratfuß circa 18 Pfund.

Wir haben hier die Beschreibung der Lehmschindeldächer nach dem „Gylli'schen" Werke mit aufgenommen, weil wir ihre Vortheile für solche Gegenden anerkennen müssen, wo oft die Armuth der Bewohner oder andere Umstände die Einführung der Ziegeldächer verhindern. Das „Gylli'sche" Werk selbst ist aber vergriffen, und so die Construction in manchen Gegenden ganz in Vergessenheit gerathen, ein Schicksal, was sie nicht verdient. Freilich wird durch die bloße Beschreibung nicht viel geholfen, aber vielleicht gibt sie doch die Anregung, daß man auch in andern Gegenden, als da wo diese Dächer bereits im Gebrauche sind, Versuche damit macht.

Zehntes Kapitel.

Die Thüren und Fenster.

Die Fenster- und Thüröffnungen in den Mauern, haben wir im dritten Kapitel des I. Theils und die Oeffnungen in den Wänden dort, wo von diesen letzteren die Rede war, besprochen, und wir haben es hier nun mit den

Thüren und Fenstern selbst zu thun, in sofern sie aus Holz hergestellt werden.

Hierbei müssen wir aber die zum Verschluß und zur Bewegung der Fenster und Thüren dienenden Metallconstructionen, d. h. die Beschlagtheile, gleich mit besprechen, weil diese, wollten wir sie unter den eigentlichen größeren Metallconstructionen einreihen, zu sehr aus dem Zusammenhange gerissen werden würden. Eben so werden wir auch das Verglasen der Fenster gleich mit besprechen müssen.

A. Die Thüren.

§. 1.

Auf die verschiedene Arten und Formen der Thüren können wir hier nur in sofern eingehen, als diese eine verschiedene Construction bedingen. Denn was die äußere Erscheinung der Thüren anbelangt, so gehört diese zum Theil in das Bereich der Formgebung, welche ihre Gesetze zwar auch aus der Construction ableiten muß, doch aber auch Manches adoptirt, was nur den Geschmack als Richter anerkennt, und worauf hier einzugehen wir keinen Beruf haben.

In Bezug auf den Ort, wo die Thüren angebracht werden sollen (und wonach sich zum Theil ihre Construction richtet) unterscheiden wir äußere und innere Thüren. Die ersteren sind solche, welche die Verbindung zwischen dem Innern eines Gebäudes und dem umgebenden Raume vermitteln, als Haus-, Stall- etc. Thüren, oder die ganz im Freien befindlich sind. Innere Thüren sind hingegen solche, welche die Communication zwischen den einzelnen Räumen im Innern eines Gebäudes befördern helfen.

In Beziehung auf Construction können wir zwei Hauptarten unterscheiden: solche nämlich, bei deren Zusammensetzung der Leim angewendet wird und solche, wo dies nicht der Fall ist.

Ein- oder zweiflüglige Thüren bedingen nur eine Abtheilung der Form nach, indem Thüren jeder Construtionsweise ein- oder zweiflüglig angeordnet werden können. Ebenso ist der Begriff von Haupt- oder Nebenthüren kein solcher, der ein Motiv für eine Eintheilung abgeben könnte.

Der Zweck jeder Thüre ist, je nach Erforderniß den Schluß der Thüröffnungen zu bewirken, oder eben so leicht den Durchgang durch dieselbe zu gestatten. Von der Größe der Sicherheit des Verschlusses hängt die Stärke der Thüren, mithin ihre Construction ab; doch wird diese Sicherheit auch zum großen Theil durch die Beschlagtheile bedingt.

Was die Größe der Thüren anbelangt, so hängt diese von dem Gebrauche, der Größe der Kommunication durch dieselben etc. und überhaupt von Umständen ab, die der Constructeur als gegeben anzusehen hat. Und obgleich große Thüren eine stärkere Construction verlangen als kleine, so bleibt doch meistens die Art der Zusammensetzung dieselbe, und nur große Thore, durch welche gefahren werden soll, können eine besondere Art der Construction bedingen, wovon wir am passenden Orte das Nöthige anführen wollen.

Wir wollen nun die Thüren näher betrachten, in Beziehung darauf, ob sie mit Zuhülfenahme des Leims oder ohne dies Bindemittel construirt werden, und dabei bemerken, welche von diesen zu äußern oder innern Thüren angewendet zu werden pflegen.

1) Thüren, bei deren Construction die Anwendung des Leims ausgeschlossen bleibt. (Die daher von den Zimmerleuten angefertigt werden dürfen.)

§. 2.

Hierher gehören zunächst die gespundeten Thüren mit aufgenagelten Quer- und Strebeleisten.

Die Bretter (oder auch Dielen, Bohlen), aus denen diese Thüren bestehen werden, in vertikaler Stellung, gespundet, in Zwingen durch Keile gut zusammengetrieben, wie Fig. 1 **Taf. 79** dies andeutet und, während sie noch von den Zwingen zusammengehalten werden, etwa 1 Fuß von jedem Ende, quer über die Bretter, $2\frac{1}{2}$ bis 4 Zoll breite, wenigstens 1 Zoll starke Leisten, die sogenannten Querleisten (oft von Eichenholz, wenn auch die Bretter von Nadelholz sind) winkelrecht über die Brettfugen mit eisernen Nägeln aufgenagelt, deren Spitzen auf der entgegengesetzten Seite umgeniethet werden; weßhalb man flachgeschmiedete Nägel anwendet. Fig. 2 **Taf. 79** zeigt eine solche Thür mit den nöthigen Durchschnitten.

Sind die Thüren groß und schwer, so bringt man außer diesen horizontalen Querleisten noch eine sogenannte Strebeleiste an, welche das „Versacken" der Thür verhindern soll, und daher auch immer so angebracht werden muß, daß ihr unteres Ende der befestigten Seite der Thür zunächst liegt, wie in Fig. 2, wo die Bänder der Thür angedeutet sind. Mit den Querleisten wird die Strebeleiste durch Versatzung und mit den Brettern ebenfalls durch eiserne umgeniethete Nägel verbunden.

Wird die Thür zweiflüglig, so werden beide Flügel auf die eben beschriebene Weise angefertigt, nur kommt dann gewöhnlich noch eine horizontale Schlagleiste oder ein Thürschwengel hinzu, welche beide den Verschluß derselben bewirken sollen. Die erstere, gewöhnlich so breit und stark als die übrigen Leisten, wird etwa in der halben Höhe der Thür, nach Fig. 7 **Taf. 79,** an dem einen Thürflügel festgenagelt und reicht bis an die Strebeleiste des andern. Hier ist dann gewöhnlich eine Krampe angebracht, welche durch eine Oeffnung in der Schlagleiste hindurchreicht, und ein vorgesteckter Pflock, oder ein Vor-

al die Strebeleisten sonst als Leitern zum Uebersteigen benutzt werden können. Letztere werden oft auch, der Symmetrie wegen, in Form von Andreaskreuzen angebracht.

§. 5.

Verdoppelte Thüren heißen solche, die aus doppelt übereinander genagelten Brettern bestehen. Die untere, die **Blindthüre** wird ganz wie die eben beschriebenen, aus gespundeten, mit Quer- und Strebeleisten versehenen Brettern construirt, und auf die ebene Seite derselben dann die Verdoppelung aufgenagelt. Letztere besteht aus 5—8 Zoll breiten Brettern die so auf die Blindthüre mit eisernen Nägeln befestigt werden, daß ihre Fugen die der Blindthüre kreuzen. Man verfährt hierbei auf verschiedene Weise; entweder nagelt man zuerst rund um die Blindthüre nach Fig. 3 Taf. 79 einen einfassenden Fries und dazwischen die horizontalen Füllbretter, oder man fängt die Verdoppelung in den Ecken mit einem Dreieck an, nach Fig. 5 und schließt in der Mitte mit einem oder mehreren Quadraten. Die Bretter der Verdoppelung werden fast immer gehobelt und gefalzt, oft auch „gestäbt“ oder mit anderen passenden Profilen an den Kanten verziert, Fig. 4 zeigt eine weitere Anordnung der Verdoppelung nach welcher 4 Füllungen entstehen.

Zum Aufnageln der äußeren Bretter, der Verdoppelung, nimmt man häufig besonders geschmiedete Nägel mit hervorstehenden runden Köpfen, die der Thür ein sehr solides und stattliches Ansehen geben.

Diese Thüren gewähren große Festigkeit, sind dem Quellen und Werfen nicht sehr ausgesetzt, und werden daher zu Haus- und Kellerthüren oder vor Gewölben 2c. angewendet; doch kosten sie viel Holz, sind sehr schwer und erfordern daher starke Beschläge, was ihre Anwendung vertheuert und daher beschränkt.

Daß man diese Thüren auch zweiflüglich und als Thorwege ausführen kann, versteht sich von selbst.

2) Thüren bei deren Construction die Anwendung des Leims nicht ausgeschlossen ist. (Die daher zur Schreinerarbeit gehören.)

§. 6.

Geleimte Thüren mit eingeschobenen Leisten unterscheiden sich von den gespundeten, mit aufgenagelten Leisten dadurch, daß die Bretter nicht gespundet, sondern gefugt und „verleimt“, und die Querleisten nicht aufgenagelt, sondern eingeschoben, und zwar am besten „auf den Grat“, d. i. schwalbenschwanzförmig eingeschoben werden, wie dies Fig. 6 Taf. 79 im Durchschnitt zeigt. Die Strebeleisten bleiben gewöhnlich fort, werden aber, wenn sie doch angebracht werden sollen, ebenfalls aufgenagelt. Die eingeschobenen Leisten, oft von Eichenholz wenn auch die Thür sonst aus Tannenholz besteht, sollen das Werfen und Krummziehen der Thür verhindern, weshalb sie gehörig stark, stärker als die Bretter der Thür und wenigstens $2\frac{1}{2}$—4 Zoll breit sein müssen. Damit aber beim Zusammentrocknen der Thürbretter diese nicht reißen, sondern sich im Ganzen der Breite nach zusammenziehen können, dürfen die eingeschobenen Leisten nicht eingeleimt werden.

Diese Thüren eignen sich nicht zur Anwendung als äußere Thüren, weil die verleimten Fugen die Nässe nicht ertragen können, sie werden daher gewöhnlich nur im Innern bei untergeordneten Räumen der Gebäude angewendet.

Sehr oft ist bei den vorhin beschriebenen verdoppelten Thüren, die untere oder Blindthür eine solche verleimte; und dies ist auch in den Fällen in welchen die eine Seite der Thür dem Wetter nicht ausgesetzt ist, wie z. B. bei Hausthüren, sehr wohl zulässig.

§. 7.

Die eingefaßten oder gestemmten Thüren bestehen aus Rahmstücken und Füllungen und unterscheiden sich in eingefaßte Thüren auf „**einer Seite rechts**“ oder mit **überschobenen** Füllungen und in solche „**auf beiden Seiten rechts**“ oder mit **eingeschobenen** Füllungen.

Die **Rahmstücke** sind 3—6 Zoll breite, mindestens 1 Zoll starke Brettstreifen, welche die Thür rahmenartig umfassen, und durch ein oder mehrere horizontale Stücke in zwei oder mehrere Felder oder **Füllungen** theilen. Kommen auch vertikal theilende Rahmstücke vor, so nennt man die Thüren wohl **Kreuzthüren**. Die Füllungen bestehen aus schwächeren, durch mehrere zusammengeleimte Bretter gebildeten Tafeln, welche mit einer ringsum befindlichen Feder in die in die Rahmstücke gestoßenen Nuthen greifen und so die Fläche der Thüre vervollständigen.

Die Verbindung der Rahmstücke unter einander geschieht durch einfache oder doppelte „Schlitzzapfen“ die verleimt und verbohrt werden. Fig. 1—3 Taf. 80 zeigen diese Verbindungsweise.

Auf welche Art man die Theilung einer Thür durch horizontale Rahmstücke vornehmen kann, zeigen die Fig. 10—13 Taf. 80 in einigen Beispielen, und wir wollen hierbei nur bemerken, daß in constructiver Beziehung darauf Rücksicht genommen werden muß, daß da wo man das Thürschloß anbringen will, kein horizontales Rahmstück sich befindet, aus Gründen die wir später entwickeln werden. In ästhetischer Beziehung sollte man die Theilung immer so machen, daß die entstehenden Formen der Füllungen einen bestimmten Charakter zeigen, d. h. daß die Füllungen entweder alle gleich, oder wenn sie verschieden sind, dies dann auch recht augenfällig der Fall ist; auch

sollen die Formen nicht zweifelhaft sein, d. h. die entstehenden Rechtecke sollen entweder Quadrate, oder Rechtecke von auffallend verschieden langen Seiten sein.

§. 8.

Die Verbindung der Füllungen mit den Rahmstücken geschieht auf verschiedene Weise.

Die „ordinäre" und gewöhnliche Zusammensetzung ist die schon angedeutete mit Feder und Nuth und es werden hierbei die, der größeren Stärke der Rahmstücke wegen, vorstehenden Kanten derselben, „abgefas't" oder auch „abgekehlt" wie dies Fig. 5 **Taf. 80** darstellt. Es erscheint hierbei die Thür „auf beiden Seiten rechts", d. h. die Füllungen zeigen auf beiden Seiten vertiefte Felder. Sollen aber die Füllungen der Thür mehr Stärke bekommen, so werden sie nach Fig. 6 „überschoben" d. h. so mit dem Rahmstücken verspundet, daß die Füllungen auf einer Seite der Thür vertiefte, auf der andern aber erhabene Felder zeigen; die Thür ist dann auf „einer Seite rechts"; und zwar heißt die mit den vertieften Feldern die „rechte", die immer dahin gerichtet wird, von wo aus man die beste Ansicht der Thüre verlangt. Besonders für Hausthüren ist diese Construction gebräuchlich.

Bei der Herstellung der Federn an den Füllungen, pflegt man an letzteren in der Mitte eine etwas vorstehende Platte zu bilden, wie Fig. 4 zeigt, und die Schreiner nennen dies Verfahren das „Abgründen" der Füllungen, und die Thüre heißt dann eine mit „abgegründeten Füllungen."

Um der Thür eine reichere und kräftigere Profilirung zu geben, vermehrt man die die Füllungen einfassenden Gliederungen, verfährt dabei aber oft auf eine Weise die mit einer guten und dauerhaften Construction unverträglich ist. Die Schreiner benennen dies Verfahren mit dem Ausdrucke, die Thür sei mit „eingeleimtem Kehlstoß" angefertigt. Fig. 7 **Taf. 80** zeigt die Zusammensetzung, nach welcher die gekehlten Leisten in die Ecken zwischen Rahmstück und Füllung eingeleimt und mit Stiften und hölzernen Nägeln befestigt werden. Allein bei dem nie ganz zu vermeidenden Schwinden und eintrocknen der Füllungen und Rahmstücke, werden die eingeleimten „Kehlstöße" bald losgetrennt, werden gewissermaßen zu lang, und springen dann ab.

Weit vorzuziehen ist bei reichprofilirten Thüren die Anwendung des „Kehlstoßes in der Nuth" wie Fig. 8 und 9 **Taf. 80** dergleichen darstellen. Es wird nämlich ein eigenes hinreichend starkes Stück Holz, nach dem gewünschten Profil, auf beiden oder auch nur auf einer Seite abgekehlt und dieses (Kehlstoß in der Nuth geheißen) wird dann so mit dem genutheten Rahmstück verbunden, daß es mit einer Feder in dasselbe hinein- und mit zwei Backen um dasselbe herumgreift, während es die Feder oder Füllung ebenfalls in einer Nuth aufnimmt. Daß hierbei auch überschobene Füllungen angewendet werden können zeigt Fig. 9.

Die Kehlungen, mögen sie nun an den Rahmstücken selbst oder an besonderen Leisten angebracht sein, müssen in den Ecken immer stumpf „auf die Kehrung" zusammengeschnitten werden. Trocknen nun diese Hölzer zusammen, so öffnen sich die Kehrungsfugen und oft so weit, daß man hindurch sehen kann, weil bei reicheren Profilirungen die Federn der Füllungen nicht so tief eingreifen können. Will man gegen diesen Uebelstand sich sichern, so bleibt nichts anderes übrig, als nach Fig. 4 **Taf. 80** an den Ecken der Füllungen besondere kleine, diagonal gestellte Federn anzuleimen, und diese so tief in die Nuth der Kehlung hineingreifen zu lassen, daß sie jede sich zeigende Oeffnung in der Kehrungsfuge decken.

Bei der Anwendung des „Kehlstoßes in der Nuth" hat man den erwähnten Uebelstand nicht leicht zu befürchten, sondern nur bei recht breiten Rahmstücken, die bedeutender zusammentrocknen.

§. 9.

Kommen außer den horizontal liegenden Rahmstücken auch solche in vertikaler Lage vor, so entstehen die sogenannten Kreuzthüren die daher mindestens vier Füllungen, zuweilen deren aber auch 6—10 haben. Die Fig. 14—17 **Taf. 80** zeigen einige Beispiele solcher Thüren.

Die Construction ist in diesem Falle von der eben beschriebenen nicht verschieden; und nur darauf aufmerksam zu machen, daß immer die horizontal theilenden Rahmstücke durchgehen und die vertikal gestellten in diese eingezapft sind.

Im Allgemeinen ist noch zu bemerken, daß je mehr Füllungen eine Thür hat, je kleiner diese also sind, desto weniger Gelegenheit zum Schwinden des Holzes der Füllungen vorhanden ist und die Thüren daher um so haltbarer sind; besonders wird auch das „Verwerfen" und „Versacken" durch die vielen sich kreuzenden Rahmstücke kräftig verhindert.

Hier dürfte auch noch zu erinnern sein daß, besonders bei großen, schweren Thüren, das Kreuzen der Rahmstücke nur unter rechten Winkeln, so daß sie entweder horizontal oder vertikal gerichtet sind, durchaus nicht constructiv genannt werden kann, weil die entstehenden Rechtecke als verschiebliche Figuren, keine große Festigkeit gewähren. Letztere würde in weit höherem Grade erreicht, wenn man auch diagonal gerichtete Rahmstücke, mithin unverschiebliche dreieckige Figuren anordnen wollte. Die Fig. 18 und 19 **Taf. 80** zeigen einige Skizzen derartiger Anordnung.

Die eingefaßten Thüren werden hauptsächlich zu innern Thüren angewendet, wozu sie sich ihrer zierlichen

Verhältnisse wegen (die man ihnen neben der Anwendung schöner Holzarten, vergoldeter oder ornamentirter Leisten geben kann) ganz besonders eignen. Auch zu Hausthüren werden sie in neuerer Zeit fast allgemein angewendet, obgleich dies nur dann geschehen sollte, wenn sie durch eine tiefe Leibung ꝛc. gegen den Regen geschützt sind.

§. 10

Zu allen Thüren muß man besonders gutes, gesundes und vorzüglich nur trockenes Holz verwenden. Letzteres ist namentlich bei allen verleimten Thüren eine Hauptbedingung, denn bei nassem Holze bindet der Leim nicht, abgesehen davon, daß Thüren aus solchem Holze sich immer bald werfen und dann der Nachhülfe bedürftigt sind, wodurch sie einen undichten Schluß bekommen.

§. 11.

Die Thüren können nun entweder stumpf vor die Oeffnungen schlagen, indem sie etwas größer sind als das „Licht“ der Oeffnung, oder sie schlagen in einen besonderen Falz.

Die erstere Art des Verschlusses, Fig. 20 **Taf. 80** im horizontalen Durchschnitte dargestellt, gewährt nur geringe Dichtigkeit und wird daher auch nur bei solchen Räumen angeordnet, wo kein solcher verlangt wird, wie bei Scheunen-, Stall- und Kellerthüren ꝛc. Schlägt die Thür in einen Falz nach Fig. 21 **Taf. 80**, so findet wieder eine Verschiedenheit statt, ob nämlich die Thüröffnung in einer massiven Mauer, oder in einer Holzwand angeordnet ist.

Im ersten Falle ist der Falz entweder in dem steinernen Thürgewände ausgehauen, oder wenn kein solches vorhanden ist, in den einzelnen Steinen welche die Oeffnung begrenzen hergestellt; oder es ist in die Thüröffnung eine besondere hölzerne Zarge, welche den Thürfalz bildet, eingesetzt. Ist die Thür in einer Holzwand befindlich, so kann der Falz an den Thürpfosten angearbeitet werden. Bei inneren Thüren zwischen Zimmern ꝛc. und bei massiven Scheidewänden, bringt man die sogenannten Thürzargen an. Ihre Construction richtet sich nach der Stärke der Mauern und es entstehen dann entweder Blockzargen, oder Thürgerüste.

Erstere werden bei Mauern bis zu 10—12 Zoll Stärke etwa angeordnet, und bestehen aus 3—5 Zoll starken Hölzern, die so breit sind, als die Mauer stark ist. Diese bilden, nach Fig. 22 **Taf. 80**, zu einem Viereck zusammengezapft, das „Thürlicht“.

Um den Blockzargen einen festen Stand zu verschaffen, bekommen die horizontal liegenden Theile derselben sogenannte „Ohren“, d. h. Verlängerungen bei **a** und **b**. Fig. 22 (vergl. auch die Horizontalprojection Fig. 24) und die vertikalen Stücke werden in der Mitte entweder mit einem Falz versehen (ähnlich wie die Verbandstücke einer Riegelwand) in welche das Mauerwerk etwas eingreift, oder man nagelt hier, wie Fig. 25 in einem Durchschnitte nach $\alpha\beta$ Fig. 22 zeigt, eine vorspringende Leiste an, gegen welche sich das Mauerwerk lehnt. Oft wendet man aber auch eiserne Anker nach Fig. 22 an, welche an dem einen Ende an die Zarge genagelt und mit dem anderen in die Mauer vermauert werden. Der gehörig feste Stand solcher Zargen ist wichtig, besonders bei schweren Thüren; denn ist eine solche Zarge einmal lose und wacklig geworden, so hält es schwer sie wieder zu befestigen.

Die Blockzargen müssen ferner vor dem Aufführen der Mauern gut nach „Blei und Senkel“ gestellt und in dieser Stellung durch, gegen sie und die Balken ꝛc. genagelte Latten befestigt und oft in Beziehung auf ihre wichtige Stellung controlirt werden, weil sie, einmal fest eingemauert, unbeweglich sind.

Die Thürgerüste Fig. 1—3 **Taf. 81** bestehen aus Schwellen, Pfosten, Rahmstücken (Pfetten) und Riegeln die aus 4—5 Zoll in □ starkem Holze, wozu man gern Eichenholz nimmt, zusammengesetzt sind. Besonderer Mittel zum befestigen des Thürgerüstes bedarf man hier nicht, indem das zwischen die Verbandstücke greifende Mauerwerk den festen Stand hinlänglich sichert.

§. 12.

Bei den Blockzargen pflegt man wohl die inneren Flächen zu hobeln und auch gleich den Falz für die Thür darin auszustoßen. Doch gewährt das Einsetzen eines besonderen Thürfutters eine größere Genauigkeit und erlaubt eine reichere Ausbildung der ganzen Thüranlage. Die Thürgerüste bedürfen immer eines besonderen Futters. Diese Futter bestehen in ihrer einfachsten Gestalt Fig. 6 **Taf. 81** aus vier, an den Ecken zusammengezinkten Brettern, die jedoch so stark sein müssen, daß die nöthigen Beschlagtheile der Thür sicher an ihnen befestigt werden können. Die Futter werden an den Blockzargen oder Thürgerüsten festgenagelt, oder besser, mit Holzschrauben befestigt. Solche einfache Futter lassen sich höchstens bis zu einer Breite von 10—12 Zoll herstellen. Werden sie breiter, so setzt man sie aus Rahmstücken und Füllungen zusammen, ganz so wie dies bei den Thüren gezeigt wurde, nur mit dem Unterschiede, daß auf der Rückseite alles rauh d. h. ungehobelt bleibt. Zuweilen läßt man auch wohl die Blockzargen fort und mauert statt ihrer einige keilförmig gestaltete eichene Klötze (Dübel) nach Fig. 5 und 5a **Taf. 81** mit in die Leibung der Thüren ein und befestigt das hinreichend stark genommene Futter nun an diesen Klötzen.

Um bei starken Mauern in denen Thüren liegen, von beiden Seiten eine vertiefte Thürnische zu bekommen, was oft, der besseren Ansicht wegen, gewünscht wird, kann man

nach Fig. 4 Taf. 81 statt des einen Thürgerüsts, zwei aus Kreuzholz verbundene Zargen anordnen und denselben durch ein Paar sie verbindende horizontale Eisenstangen, einen festen Stand verschaffen. Die Thür bekommt dann bei a ihren Falz.

Thüren, welche zwei Zimmer miteinander verbinden, gibt man nicht gern eine über die beiderseitigen Fußböden vorstehende Schwelle, vorausgesetzt daß letztere in einer Ebene liegen, weil sonst das Hindurchgehen unangenehm werden kann. Führt die Thür aber etwa von dem Zimmer nach der Hausflur (Oehrn) oder nach einem anderen kalten Raume, so ist eine um circa ½ Zoll vorstehende Thürschwelle nach Fig. 7 Taf. 81 vorzuziehen, weil dann die Thür, an allen vier Seiten einen Anschlag findend, besser schließt.

Bei einflügligen Thüren ist es vortheilhaft, sie mit dem Futter zu überfalzen, d. h. nicht nur in den Falz nach Fig. 8 Taf. 81, sondern auch nach Fig. 9 mit einem solchen darüber fort greifen zu lassen. Hierdurch wird die Fuge, welche durch das Eintrocknen und Schwinden der Thür entsteht, gedeckt und überhaupt ein festerer Schluß bewirkt. Soll die Thür aber ein „eingestecktes" Schloß erhalten, so erfordert diese Anordnung starkes Rahmholz und verursacht überhaupt einige Unbequemlichkeiten.

§. 13.

Die zweiflügligen Thüren unterscheiden sich in ihrer Construction durchaus nicht von den einflügligen; nur bekommt jeder Flügel da, wo er mit dem anderen zusammenschlägt, eine die Fuge deckende sogenannte Schlagleiste nach Fig. 10 oder 11 Taf. 81. Dieselben werden 1½ — 3 Zoll breit und das Profil derselben muß so gezeichnet werden, daß vorn Holz genug stehen bleibt, weil die Schlagleisten oft viel zu leiden haben, weshalb man sie auch wohl von Eisen macht. Fig. 12 Taf. 81 zeigt diese einfache, besonders bei Hausthüren rathsame, Construction welche keiner Erläuterung weiter bedarf.

Sind beide Thürflügel gleich breit, so kommt die Schlagleiste in die Mitte der Thür, ist aber der eine Flügel breiter, wie solches bei schmalen zweiflügligen Thüren vortheilhaft ist, so müssen der Symetrie wegen, zwei Schlagleisten angeordnet werden, von denen die eine natürlich „blind" ist.

Am besten ist es zwar, wenn die (eigentliche) Schlagleiste mit dem Rahmstück der Thür aus einem Stück besteht wie in Fig. 11 Taf. 81, jedoch kostet dies viel Holz und man wird sich in der Regel mit aufgeschraubten, besonders gefertigten Schlagleisten, wie solche in Fig. 10 angegeben sind, begnügen müssen.

Man hat auch zweiflüglige Thüren die aus zwei übereinander befindlichen Thürflügeln bestehen, die sich jeder um eine vertikale Achse drehen, und die bei solchen Gebäuden wohl als Hausthüren Anwendung finden, deren Hausfluhre keine Fenster haben und wo man die obere Thür öffnet, um Helle zu gewinnen. Die Construction dieser Thüren zeigt nichts Besonderes, indem sie aus zwei von einander unabhängigen Thürflügeln beliebiger Construction bestehen, die wenn sie ein Ganzes ausmachen sollen, auf der innern Seite der Thür durch eiserne oder hölzerne Schubriegel verbunden werden.

§. 14.

Um den obenerwähnten Zweck, Beleuchtung des Raums hinter der Thür, zu erreichen, wird die Thür gewöhnlich mit einem sogenannten Oberlichte versehen. Man legt dabei oberhalb in die Thüröffnung ein „Latteiholz" (Dorment) an welchem die Thür oberhalb ihren Anschlag findet. Das Latteiholz hat deshalb unterhalb einen Falz für die Thür, oberhalb einen solchen für das Fenster für welches es die Sohlbank bildet und ist gewöhnlich in seiner Vorderfläche gesimsartig gegliedert, wie Fig. 13 beispielsweise zeigt. Das obere Fenster ist in der Regel ein sogenannter „Stillstand", d. h. unbeweglich. In neuerer Zeit läßt man die immer unangenehm aussehenden Oberlichter fort, und sucht sie dadurch zu ersetzen, daß man einige der oberen Thürfüllungen verglast, oder daß man alle Füllungen aus durchbrochenem Gußeisen (wozu man nur nicht gerade Ofenthüren nehmen sollte) macht und diese auf der innern Seite ebenfalls verglast.

§. 15.

Um die Fuge zwischen dem Thürfutter und der Zarge, oder dem Thürpfosten zu decken, werden die sogenannten Thüreinfassungen oder Thürbekleidungen angeordnet. Dies sind 4—7 Zoll breite, mehr oder weniger reich gekehlte Brettstreifen, die an beiden vertikalen Seiten und oberhalb die Thüröffnung „einfassen", und an der Zarge oder an dem Thürpfosten festgenagelt werden, um, wie dies Fig. 8 und 9 in einem horizontalen Durchschnitte zeigen, die Fuge zwischen letzteren und dem Thürfutter oder die zwischen Zarge und Mauer zu decken. Die Gliederungen welche man den Thüreinfassungen gibt, sind meist architravartig und immer flach profilirt, so daß sie ohne Schwierigkeit mit dem Gesimshobel ausgearbeitet werden können. Oder es werden auch die äußeren stärker profilirten Glieder besonders angefertigt und durch Leim und hölzerne Nägel befestigt, wie Fig. 9 Taf. 81 eine solche Einfassung im Durchschnitt zeigt.

In den Ecken müssen die Thüreinfassungen auf die Kehrung zusammen geschnitten werden, und es sind hier, besonders bei breiten Einfassungen, sobald das Holz etwas zusammentrocknet sehr unangenehm in die Augen fallende

Fugen nicht zu vermeiden. Diesem möglichst vorzubeugen, pflegt man den Gratschnitt, nach Fig. 14 **Taf. 81**, nur auf die Hälfte der Holzstärke zu machen, und ein Blatt von der übrigen Holzstärke stehen zu lassen, welches dann mit dem zweiten Stücke der Einfassung verleimt wird.

Zuweilen gibt man den Thüren außer den Bekleidungen auch noch Verdachungsgesimse und zwischen diesen und den Einfassungen ein Fries, wie dies in Fig. 15 **Taf. 81** angenommen wurde. Obgleich bei inneren Thüren der constructive Grund für die Verdachung, die Ableitung des Wassers, fortfällt, so gibt die Anordnung einer solchen der Thür doch ein sehr stattliches Ansehen. Die Construction hat durchaus keine Schwierigkeiten. Der Fries wird aus einem Brett und das Verdachungsgesims aus einem oder mehreren zusammengeleimten Dielenstücken, je nach seinem Profile, gebildet, und das Ganze durch große Nägel oder Bankstifte an der Wand oder Mauer befestigt. Fig. 16 **Taf. 81** zeigt eine einflüglige Thür mit Einfassung und Verdachung, aber ohne Fries.

Wir haben bisher immer geradlinig geschlossene Thüren im Auge gehabt, brauchen aber auch wohl kaum zu bemerken, daß es in der Construction keinen Unterschied macht, wenn die Thüren oberhalb nach anderen, etwa nach Kreislinien geschlossen sind; nur wird die Arbeit dadurch etwas beschwerlicher und daher auch theuerer.

B. Der Beschlag der Thüren.

§. 16.

Der Beschlag der Thüren läßt sich in zwei Haupttheile theilen, nämlich in die Beschlagtheile welche vorzugsweise zur Bewegung und in solche, welche zum Verschluß der Thür dienen.

Zu den ersteren gehören Haken und Bänder, Zapfen und Pfannen 2c., zu den letzteren Riegel, Vorlegstangen 2c. hauptsächlich aber die Schlösser.

Zunächst müssen wir hier bemerken, daß ein detaillirtes Eingehen in die in Rede stehenden Constructionen, namentlich in den Mechanismus der verschiedenen Schlösser, uns viel zu weit führen und die Grenzen unserer Aufgabe überschreiten würde.

Wir beschränken uns vielmehr darauf, die verschiedenen Arten der gewöhnlich vorkommenden Beschlagtheile kennen zu lernen, und die Merkmale anzugeben, aus welchen man auf eine gute und sorgfältige Arbeit schließen kann. Dies wird um so mehr genügen, als die Thürbeschläge, wenn auch keineswegs unbedeutende Nebensachen, doch keine einen wesentlichen Einfluß auf das Gebäude ausübende Constructionen bilden, wie dies bei den früher betrachteten der Fall war. Auch lassen sich schlecht angefertigte Beschlagtheile leicht erkennen, und sollten sie dennoch zur Anwendung gekommen sein, leicht durch neue und bessere ersetzen.

1) Beschlagtheile zur Bewegung der Thüren.

§. 17.

Hierher gehören die Haken und Bänder. Erstere theilt man in ordinäre oder Spitzhaken und in Stützhaken.

Die Haken werden in der Thüreinfassung oder dem Thürgewände befestigt, und die Art der Befestigung richtet sich nach dem Material des Thürgewändes. Ist Holz das Material, so ist der horizontale Arm des Hakens nach Fig. 1 **Taf. 82** vierseitig gespitzt und auch wohl „eingehackt“, d. h. mit Widerhaken versehen, um das leichte Herausziehen desselben zu verhüten.

Bei den Stützhaken Fig. 2 **Taf. 82** wird durch die Stütze a ein Nagel geschlagen, oder eine Schraube gezogen.

Die Größe und Stärke der Haken hängt von der Schwere der Thüren ab, und sind dieß Thorwege, so geht wohl der wagerechte Hakenarm, in Form eines Bolzenschaftes, durch den Thürpfosten hindurch, und ist innerhalb durch Scheibe und Schraubenmutter befestigt, wie Fig. 3 dies zeigt.

Besteht das Thürgewände aus Stein, so müssen die Haken eingegossen, oder eingemauert werden, je nachdem das Thürgewände aus einem oder mehreren Steinen besteht, und im letzteren Falle daher, mehrere Lagerfugen vorhanden sind. Im ersten Falle werden die horizontalen Arme der Haken „eingegipst“ oder mit Blei vergossen. Zu diesem Zwecke müssen, nach innen etwas erweiterte, Löcher für die Hakenarme in den Stein gestemmt werden, in welche jene mit einem größeren Spielraume passen, und dann wird eben dieser Spielraum entweder mit angerührtem Gips oder mit geschmolzenem Blei ausgegossen. Der Gips dehnt beim Erhärten sein Volumen aus und füllt dadurch den Raum um den Hakenarm vollkommen aus, wodurch letzterer, der am hinteren Ende etwas dicker gestaltet, auch wohl „eingehackt“ ist, festgehalten wird. Bei dem Blei tritt aber diese Ausdehnung beim Erstarren nicht ein, im Gegentheil schwindet dasselbe bei dem Uebergange aus dem flüssigen in den festen Zustand, und muß daher durch das Eintreiben eines scharfen Stemmeisens zwischen Haken und Stein „aufgekeilt“ werden, damit das Blei sich fest an den Hakenarm und die Wand des Lochs anlege. Der Gips läßt sich so dickflüssig anrühren, daß man ihn in das Hakenloch einstreichen und dann den Haken eintreiben kann; bei dem Blei muß man aber den Haken zuerst in das Loch einhalten und dann das Blei so eingießen, daß es das Loch füllt. Ist letzteres nun in einer vertikalen Fläche befindlich, so hat das Eingießen des Bleies

oft große Schwierigkeiten, und man sucht sich dann wohl dadurch zu helfen, daß man von Lehm oder Gips eine Art Pfanne vor dem Loch bildet, (ähnlich wie ein an die Wand gehängtes Schwalbennest) und durch dieses das Blei in das Loch fließen läßt. Alles was mit dem geschmolzenen Blei in Berührung kommt, muß durchaus trocken sein, weil letzteres sonst durch die sich sehr rasch bildenden Dämpfe umhergeschleudert wird, und sehr schmerzhafte Brandwunden verursachen kann. Die ganze Operation muß überhaupt mit Vorsicht ausgeführt werden, damit der Haken gehörig befestigt wird, weil dies, wenn es nicht gleich das erste Mal gelingt, später fast unmöglich wird; es sei denn, man nähme die ganze Arbeit noch einmal vor.

Gewöhnlich haben diese Haken keine Stützen, doch können solche auch angebracht werden, nur wird die Stütze, statt daß sie sonst am unteren Ende ein Nagel- oder Schraubenloch erhält, jetzt horizontal umgebogen, und dieser Umbug gerade so wie der horizontale Hakenarm befestigt. Bei ganz leichten Thüren treibt man auch wohl in das eingestemmte Loch einen hölzernen Dübel und in diesen den zugespitzten Haken; doch ist diese Befestigungsart immer sehr unsicher, und wird in der Regel bald wandelbar.

Hat das Thürgewände an den geeigneten Stellen horizontale Lagerfugen, so werden die horizontalen Arme der Haken in die Flächen dieser Fugen eingelassen, und zugleich mit den Steinen vermauert. Diese Haken sind nach Fig. 4 und 4a **Taf. 82** gestaltet. Der horizontale Arm spaltet sich gewöhnlich in zwei Aeste, die an ihren Enden mit abwechselnd auf- und abwärts gerichteten Umbügen versehen sind. Die Haken heißen nun Mauerhaken. Stützen kommen an diesen Haken selten vor, doch können solche auch nach Fig. 4 angebracht werden. Bei großen und schweren Thürflügeln kommt es besonders auf eine sichere Befestigung des oberen Hakens an, weil das Gewicht der Thür ein Bestreben äußert, diesen horizontal aus seiner Befestigung herauszureißen, während bei dem unteren Haken gerade umgekehrt eine Pressung vorhanden ist, die ihn tiefer in das Gewände einzudrücken das Bestreben hat, welchem Bestreben der Haken leicht widersteht.

Die Spitzhaken werden aus einem Stücke geschmiedet, und man hat darauf zu achten, daß das Eisen, da wo es umgebogen ist, keine Risse oder Sprünge zeigt. Bei den Stützhaken wird der aufrecht stehende Arm und die Stütze gewöhlich aus einem Stücke geschmiedet, und der wagerechte Arm um dieses herumgelegt und angeschweißt. Die gute und sorgfältige Arbeit, wozu natürlich auch eine glatte und runde Form, des Theils der als Drehachse dient gehört, ist leicht zu erkennen. Sollen die Haken eingemauert oder eingegipst werden, so müssen sie vorher mit einem schützenden Ueberzug von Pech oder Leinöl ꝛc. versehen werden, damit sie nicht so bald rosten.

§. 18.

Die Bänder haben verschiedene Formen und werden nach diesen benannt; die hauptsächlichsten davon sind folgende.

Das „kurze“ und „lange“ ordinäre gerade Band zeigen Fig. 5 und 6 **Taf. 82**. Die Stärke und Länge dieser Bänder richtet sich ganz nach der Größe und Schwere der Thüren und es kommt z. B. bei den Thüren von Gefangenzellen wohl vor, daß das „lange“ Band die ganze Breite der Thür zur Länge bekommt, und an seinem vorderen Ende noch einen „Ueberwurf“ oder eine „Schlempe“ zur Anbringung eines Vorlegschlosses bildet.

Fig. 7 zeigt das gerade gekröpfte Band. Dasselbe findet da seine Anwendung, wo der Thürflügel weit hinaus, oder um ein Eck herumschlagen soll, wie dies Fig. 8 in punktirten Linien andeutet. Das Kreuzband Fig. 9 ist bei eingefaßten Thüren gebräuchlich, weil das gerade Band, wenn es nicht gerade auf ein horizontales Rahmstück der Thür trifft, über der Füllung hohl liegen würde. Das Kreuzband ist bei ordinären innern Thüren vielfach im Gebrauch.

Das Bockshornband Fig. 10 ist dagegen in der gezeichneten Gestalt fast gar nicht mehr gebräuchlich und wird gewöhnlich durch ein verziertes, d. h. mit ranken- oder blätterartigen Nebenästen versehenes, gerades Band ersetzt, wovon Fig. 21 **Taf. 82**, und die auf **Taf. 13** gezeichneten Thüren eine Andeutung geben. Die Bänder dehnen sich, besonders bei mittelalterlichen Kirchen- und Hausthüren, oft über einen bedeutenden Theil der Thürfläche aus, indem sie dieselbe mit einem Blätter- und Rankenornamente förmlich überziehen, in denen zuweilen sogar figürliche Darstellungen nicht fehlen. Diese verzierten Bänder liegen, bei äußeren Thüren, auch immer auf der äußeren Seite; sonst bringt man aber die Bänder immer auf der innern Seite an, damit sie nicht von außen, auch bei verschlossener Thür losgebrochen und die Thüren geöffnet werden können.

Die Befestigung geschieht durch Nägel, Niethe oder Schraubenbolzen, je nach der Größe der Thür und der Wichtigkeit des sicheren Verschlusses. Die Nägel werden umgeniethet, und jedes etwas größere Band sollte außerdem wenigstens noch mit einem eigentlichen großen Niethnagel oder mit einem Schraubenbolzen befestigt werden, dessen Schraubenmutter natürlich immer auf der innern Seite angebracht werden muß. In den Figuren sind durch die größer gezeichneten Löcher die Stellen angedeutet, an welchen die Niethnägel oder Mutterschrauben anzubringen sind.

Fig. 11 Taf. 82 zeigt das gewöhnliche Fisch- oder „aufgesetzte“ Band. Von den zwei viereckigen Blechen

oder „Lappen" a, a wird das eine in die Thürbekleidung oder in das Thürfutter, das andere auf der Kante des Thürrahmstücks eingelassen und dann durch Stifte befestigt.

Fig. 12 und 13 zeigen das „einfach" und „doppelt gekröpfte" Fischband, die da gebraucht werden, wo die Thüren weit verschlagen sollen. Es ist dabei nur zu bemerken, daß bei diesen Bändern der Dorn d aus einem besonderen Stücke besteht, welche Einrichtung das Aushängen der Thür erleichtert, und in manchen Fällen allein möglich macht. Einen solchen losen Dorn haben auch immer die in Fig. 14 dargestellten sogenannten Charnierbänder wenn die Thüren sollen ausgehängt werden können. Wird dies nicht verlangt so ist der Dorn fest. Die Charnierbänder werden nur bei leichten Thüren, besonders bei Tapetenthüren gebraucht.

Andere seltener oder nur an Möbeln vorkommende Beschlagtheile übergehen wir als zu unwichtig.

Zur Bewegung eines Thürflügels gehören wenigstens zwei Haken und eben so viele Bänder, doch pflegt man bei hohen Thürflügeln auch wohl drei Haken und drei Bänder anzubringen, obgleich der dabei beabsichtigte Zweck, alle 3 Haken die Thür tragen zu lassen, wohl selten erreicht wird. Es ist nämlich schon schwierig, drei Haken genau in einer geraden Linie zu befestigen, was nothwendig ist, wenn kein Klemmen und Verbiegen beim Oeffnen der Thür stattfinden soll. Noch schwieriger aber ist es, 3 Bänder so anzuschlagen, daß sie alle drei tragen, und gewöhnlich tragen nur zwei, oder es trägt gar nur das mittlere allein. In den meisten Fällen wird man daher das dritte, in der Mitte der Höhe der Thür angebrachte, Band mit seinem Haken fortlassen dürfen.

§. 19.

Große und schwere Thore pflegt man auf andere Weise beweglich einzurichten, indem man statt des unteren Haken und Bandes, einen Zapfen mit Pfanne, und statt des oberen Haken einen Zapfen mit einem Halsbande anbringt.

Am unteren Theile der Thür kann man nun den Zapfen entweder an der Thür, oder in der Schwelle der Thüröffnung anbringen, und muß dann mit der Pfanne diesem analog verfahren.

Im ersten Falle ist der Zapfen leichter in Schmiere zu erhalten, aber es sammelt sich auch leicht Unreinigkeit, Sand ꝛc. in der Pfanne, wodurch diese und der Zapfen leiden. Im letzteren Falle ist ein Verunreinigen der Pfanne zwar nicht zu befürchten, aber auch ein Schmieren des Zapfens unausführbar. Ein richtiges Abwägen dieser Vor- und Nachtheile wird übrigens hier immer leicht den Ausschlag geben, für die zu treffende Anordnung.

Soll der Zapfen in der Schwelle der Thüröffnung befestigt werden, so ist besonders ein Drehen und Verschieben desselben zu verhindern, ein Herausziehen aber nicht zu befürchten. Man wird daher dem Zapfen, etwa nach Fig. 15 **Taf. 82**, nach unten zu einen Dorn und in der Oberfläche der Schwelle zwei oder 4 horizontale Lappen mit nach unten umgebogenen Enden geben können, und dann Dorn und Lappen in den Stein einlassen und vergießen. Auf ganz ähnliche Weise kann man auch die in Fig. 16 dargestellte Pfanne in die Schwelle einlassen und befestigen, weil auch diese nur gegen Drehung und Verschiebung zu schützen ist.

Soll der Zapfen oder die Pfanne an der Wendesäule des Thors befestigt werden, so erhalten diese Beschlagtheile, statt der früheren Lappen, nun aufwärts gerichtete Federn, zwei, drei auch vier an der Zahl, diese werden in das Holz eingelassen und durch Holzschrauben oft mit versenkten Köpfen befestigt. Fig. 17 zeigt einen solchen mit Federn versehenen Zapfen.

Oberhalb befestigt man den Zapfen (der oft nur an die Wendesäule angeschnitten ist, und dann ein Hals heißt) immer an der Wendesäule und das Halseisen an dem Thorgewände. Ersterer kann wie der untere beschaffen sein, doch ist hier auf eine recht solide Befestigung aus den früher angeführten Gründen zu sehen.

Das Halseisen wird, wenn es eingemauert werden kann, ähnlich wie die Mauerhaken, mit langen horizontalen, in die Mauer greifenden Armen nach Fig. 18 **Taf. 82** versehen. Muß man dasselbe aber eingießen oder eingipsen, so wird man selten die wünschenswerthe Sicherheit der Befestigung erreichen; weßhalb die erste Befestigungsart immer vorzuziehen bleibt.

In Holz ist die Befestigung der Halseisen großer, schwerer Thore ebenfalls schwierig, weil der aus dem Gewicht des Thors resultirende Zug auf ein Abbrechen des Halseisen wirkt. Man kann hier nur durch vermehrte Stärke des Eisens helfen und durch eine solide Befestigung, wie sie in Fig. 19 **Taf. 82** angedeutet ist, denn das Halseisen mit einer Stütze wie die Haken zu versehen, würde unnütz sein, weil dasselbe niemals etwas zu tragen hat.

Bei gewöhnlichen Haken und Bändern kann man eine Thür, wenn sie nicht in einen Falz, sondern nur stumpf vor die Oeffnung schlägt, auch wenn sie verschlossen ist, dadurch öffnen, daß man sie aus den Haken hebt. Um dies zu verhindern, pflegt man wohl den oberen Haken verkehrt einzuschlagen, oder man schlägt einen Stift über den Haken, so daß ihn das Band nicht verlassen kann.

2) Beschlagtheile zum Verschluß der Thüren.

§. 20.

Hierzu dienen bekanntlich hauptsächlich die verschiedenen Schlösser, dann Fallen, Riegel, Vorlegstangen ꝛc.

Von den vielerlei verschiedenen, zum Theil sehr künstlichen, Schlössern können wir hier nicht weiter reden, sondern müssen uns auf die gewöhnlich bei den Zimmer- und Hausthüren vorkommenden beschränken, und zwar können wir sie auch nur ihrer Hauptsache, und ihren Unterscheidungszeichen nach kurz beschreiben, weil uns eine Besprechung des inneren Mechanismus derselben viel zu weit führen würde.

Wesentlich von einander unterschieden sind die deutschen und französischen Schlösser. Erstere haben einen hohlen Schlüssel, der auf einen Dorn paßt, und können mit diesem nur aufgeschlossen werden, indem der „Schlußriegel“ des Schlosses von selbst vorschießt, sobald die Wirkung auf den Schlüssel aufhört. Nur bei den „verbesserten“ deutschen Schlössern ist eine Sperrung angebracht, welche bei aufgeschlossenem Schlosse den Schlußriegel festhält, bis sie durch einen Druck gelös't wird. Diese Schlösser, welche außer dem Schlußriegel gewöhnlich auch noch einen Drücker haben, sind nicht mehr im Gebrauch und meistens durch die sogenannten französischen verdrängt.

Diese haben einen aus dem Vollen gearbeiteten vollen Schlüssel und können mit diesem auf- und zugeschlossen werden. Sie unterscheiden sich in Kastenschlösser, in eingelassene und in eingesteckte Schlösser. Bei den ersteren liegt der Mechanismus des Schlosses in einem viereckten eisernen (oft mit Messingblech überzogenen und nach Fig. 20 Taf. 82 reich verzierten) Kasten auf der Außenseite der Thür; bei den eingelassenen Schlössern ist dieser Kasten mit seiner ganzen Stärke in das Holz der Thür eingelassen, d. h. so vertieft, daß die äußere Decke desselben mit der Thüroberfläche bündig liegt. Diese letzteren Schlösser sind nur bei Schrank- oder Tapetenthüren ꝛc. und überhaupt nur bei Möbeln gebräuchlich.

Bei den eingesteckten Schlössern ist der Mechanismus derselben aber auf einen solch kleinen Raum beschränkt, daß er sammt des ihn umschließenden eisernen Kastens, ganz in die Stärke des Thürholzes eingesteckt werden kann, so daß auf beiden Seiten der Thür nichts von dem Kasten zu sehen ist.

Zu jedem dieser Schlösser gehört noch eine Schließkappe oder ein Schließblech, der Theil nämlich, durch welchen der Schlußriegel, die Drückerfalle ꝛc. bei geschlossener Thür festgehalten werden. Die Schließkappe, nur bei Kastenschlössern gebräuchlich, bildet ebenfalls einen Kasten, der an der Thürbekleidung befestigt wird. Die eingesteckten Schlösser haben ein Schließblech, welches in dem Falz des Thürfutters eingelassen und durch Schrauben mit versenkten Köpfen festgehalten wird.

Ein französisches Schloß hat gewöhnlich einen dreifachen Mechanismus, den Drücker mit Falle, den Schluß- und einen Nachtriegel. Die durch den Drücker (Thürschnalle) bewegte Falle ist entweder eine hebende oder eine schießende. Die fallende Falle fällt von oben in den Schließhaken und wird beim Oeffnen der Thür durch den Drücker gehoben, die schießende dagegen bewegt sich in horizontaler Lage vorwärts in die für sie bestimmte Oeffnung des Schließblechs und wird durch den Drücker beim Oeffnen der Thür zurückgeschoben; die erstere wird durch eine Feder nieder- die letzte durch eine solche vorgedrückt, so daß es möglich wird, die Thür durch das sogenannte „Zuschlagen“ zu schließen, ohne den Drücker zu berühren.

Die Kastenschlösser können hebende oder schießende Fallen haben, und man gibt den ersteren den Vorzug. Die eingesteckten Schlösser haben aber gewöhnlich nur schießende Fallen, weil diese beim Zudrücken der Thür ganz in das Innere des Schlosses zurück geschoben werden müssen.

In Beziehung auf den Verschluß mittelst des Schlüssels unterscheidet man ein-, zwei- oder dreitourige Schlösser, je nachdem der Schlußriegel durch eine ein-, zwei- oder dreimalige Umdrehung des Schlüssels ganz vor- oder zurückgeschoben wird. Die Nachtriegel bringt man gemeiniglich nur bei den Kastenschlössern an und sie werden durch einen, gewöhnlich an der Unterseite des Kastens vorstehenden, Knopf einfach vor- und zurückgeschoben.

Bei Anbringung der Schlösser, besonders der eingesteckten, hat man darauf zu sehen, daß sie nicht auf den Kreuzungspunkt zweier Rahmstücke der Thüren treffen, weil hier durch die Verzapfung schon eine Schwächung des Holzes stattgefunden hat, so daß nach dem Einlassen des Schlosses die ganze Verbindung aufgehoben sein würde. Zur Befestigung müssen Holzschrauben, keine Nägel, genommen werden.

§. 21.

Zum Verschluß zweiflügliger Thüren gehören, außer dem Schloß, noch zwei Riegel, welche den einen, mit der Schließkappe oder dem Schließblech versehenen, Flügel an der Thürschwelle und dem Sturz befestigen. Diese Riegel können auf der Außenseite der Thür (natürlich aber innerhalb des zu verschließenden Raumes) angebracht werden, sicherer für den Verschluß und auch besser aussehend ist es aber, wenn man sogenannte Kantenriegel anordnet. Diese werden auf der Kante, d. h. auf der die Stärke des Thürholzes bestimmenden Fläche eingelassen und durch ebenfalls vertiefte Knöpfe bewegt. Fig. 22 Taf. 82 macht diese Einrichtung deutlich, und wir bemerken dazu

nur noch, daß hinter jedem Riegel eine Feder angebracht werden muß, die ihn in seiner ihm gegebenen Stellung erhält, so daß er nicht von selbst herabfallen kann. Den Querschnitt der Kantenriegel macht man gewöhnlich rund, und faßt die Vertiefungen, in welche sie eingreifen, mit Blech ein. Die untere dieser Vertiefungen an der Thürschwelle füllt sich bei geöffneter Thür gern mit Staub, Sand ꝛc., weßhalb man wohl eine Vorrichtung dabei anbringt, die in einer durch eine schwache Feder bewegten Platte besteht, welche die Oeffnung bei zurückgezogenem Riegel schließt. Der Mechanismus ist sehr einfach und seine Beschreibung mag dem mündlichen Vortrage vorbehalten bleiben. Statt der Riegel bringt man bei den zweiflügligen Thüren auch den sogenannten Pasquilverschluß an, wenn die Flügel der Thür von der Dienerschaft „aufgerissen“ werden sollen, weil diese Einrichtung das gleichzeitige Zurückziehen beider Riegel mit einer Hand erlaubt, was bei den gewöhnlichen Riegeln nicht möglich ist. Diese Einrichtung ist indessen dieselbe, welche bei den Fensterbeschlägen besprochen werden muß, weßhalb wir dorthin verweisen.

Ebenso wird es weiter keiner weiteren Worte über die gewöhnlichen Schubriegel, Vorlegstangen ꝛc. bedürfen. Diese Gegenstände sind so allgemein bekannt, oder man kann sich so leicht durch die Ansicht derselben überall informiren, daß wir uns nicht weiter dabei aufhalten und nur noch bemerken wollen, daß jeder Schubriegel auf ein Blech gesetzt und mit einer Feder zum Festhalten versehen werden sollte.

§. 22.

Im Allgemeinen ist bei der Untersuchung der Schlosserarbeiten auf ein sauberes Aussehen der Arbeit zu halten, weil sich hieraus fast immer mit einiger Sicherheit auch auf eine präzise Arbeit schließen läßt. Die Kasten der Schlösser müssen rechtwinklig und scharfkantig gearbeitet sein, die Drücker dürfen nicht zu viel Spielraum haben, sondern es müssen ihrer Bewegung die Fallen sogleich folgen. Die Federn müssen eine rege Elastizität und die gehörige Stärke zeigen, ohne daß sie zu große Reibung hervorbringen. Bänder und Haken, überhaupt alle Beschlagtheile die umgebogene Theile haben, dürfen in den Winkeln keine Risse und Sprünge zeigen was, wenn es der Fall, ein Zeichen von zu „kaltem Schmieden“ ist.

Noch soll bemerkt werden, daß wenn man Fenster und Thüren etwa ohne Anstrich zu lassen beabsichtigt, man das Holzwerk derselben vor dem „Anschlagen“ der Beschläge, doch einmal wenigstens, mit Oel tränken lassen muß, weil die Schlosser das Holz sonst sehr beschmutzen und diese schwarzen Flecke nicht wieder fortzubringen sind.

C. Die Fenster.

§. 23.

Der Zweck der Fenster ist, Licht in die Räume zu bringen, und häufig auch, die nöthige Lüftung zu erlauben. Dabei sollen sie gegen Wind und Regen undurchdringlich sein, fest schließen und sich aber doch leicht öffnen lassen. Aus diesen Anforderungen, die man an ein gutes Fenster zu machen pflegt, erhellt schon die Schwierigkeit der Construction, die auch noch nicht als ganz überwunden angesehen werden darf.

Damit das Fenster möglichst viel Licht durchlasse, sollen der undurchsichtigen Theile desselben möglichst wenige, d. h. das Holz soll schwach sein, dies widerstreitet aber der nöthigen Festigkeit, die durch den Wind und die Bewegungen beim Oeffnen in Anspruch genommen wird. Der dichte und feste Schluß derselben läßt sich durch complicirte und viele Beschlagtheile erreichen, aber diese sind wieder einem leichten und schnellen Oeffnen entgegen. Schon aus diesen Gegensätzen ist ersichtlich, daß man keine der genannten Anforderungen an ein Fenster zu hoch spannen darf, sondern nur durch ein glückliches Abwägen der entgegengesetzten zum Ziele gelangen kann.

Die Fenster sind daher auch von jeher immer sehr verschieden angefertigt und werden auch jetzt noch, je nach dem besondern Zwecke, verschieden angeordnet.

Wir unterscheiden die Fenster nach der Art der Beweglichkeit derselben und nach der Art der Verglasung, d. h. der Befestigungsweise des Glases. In ersterer Beziehung haben wir Flügel- und Schiebfenster und unbewegliche oder sogenannte Stillstände. In Beziehung auf Verglasung, Sprossen- und Fasefenster.

Wir können den Unterschied hinsichtlich der Verglasung vorläufig außer Betracht lassen, weil sowohl Schiebe- als Flügelfenster auf die eine oder die andere Weise verglas't werden können.

Die Größe der Fenster ist von der Größe der zu erleuchtenden Räume, von der Art dieser Erleuchtung und von den Verhältnissen der Façade, in der die Fensteröffnungen eine so große Wirkung machen, abhängig. Doch kommen auch noch andere Umstände in Betracht, besonders bei den Fenstern der Wohnräume, die sich auf eine bequeme Benützung beziehen, aus denen sich Gewohnheiten gebildet haben, von denen man nicht wohl abgehen darf. Auch bestimmen die Größen der vorhandenen Glastafeln, die nur in gewissen, fest bestimmten Abmessungen im Handel vorkommen, gewissermaßen die Größe der Fenster, wenn man ökonomisch zu Werke gehen will; so daß wir hier nicht wohl etwas Allgemeines über die Abmessungen sagen können, sondern diese immer als gegeben betrachten müssen,

weil uns die nähere Entwickelung der Gründe für die Form, Größe und Anzahl der Fenster hier zunächst nicht obliegt.

§. 24.

Wir betrachten zunächst die Flügelfenster als diejenigen, welche am meisten angewendet werden und ihrer Construction nach die schwierigsten sind.

Die Zahl der Flügel ist nicht fest bestimmt, es gibt ein-, zwei-, vier- und sechsflüglige Fenster; jedoch ist die bei weitem größte Zahl aller Fenster vierflüglig, und wir wollen ein solches unserer Betrachtung zu Grunde legen, weil sich alsdann die Regeln für eine andere Zahl von Flügeln leicht von selbst ergeben werden.

Ein solches Fenster besteht aus dem Fensterrahmen und den Flügeln, welch' letztere in ersterem ihre Befestigung finden.

Nach der älteren Bauweise wurde der Rahmen, durch ein sogenanntes Fensterkreuz, welches mit demselben fest verbunden war, in vier gleiche Theile getheilt, so daß vier gleiche Fensterflügel entstanden, die an dem Rahmen beweglich, geschlossen ihre Befestigung an dem Kreuz erhielten. Hierbei theilte der horizontale Arm des Fensterkreuzes, das sogenannte Loosholz, das Fenster der Höhe nach in zwei gleiche Theile, und dies hat den Nachtheil, daß das Loosholz, bei nicht sehr hohen Fenstern, die Gesichtslinie durchschneidet und auch in der Ansicht des Fensters ein gedrücktes Verhältniß hervorruft. Man hat daher in neuerer Zeit allgemein dies Loosholz mehr in die Höhe gerückt, und zwar so, daß die unteren Flügel etwa die dreifache Höhe der oberen erhalten, wodurch das Fenster in der Façade ein viel schlankeres Höhenverhältniß erlangt. Hierdurch werden aber die unteren Flügel sehr hoch und dies verringert die Festigkeit derselben und erfordert complizirtere Beschläge, was als ein Nachtheil dieser Art der Theilung angesehen werden kann.

Die Fensterflügel können ferner entweder nach außen oder nach innen aufschlagen, und beides hat seine Vor- und Nachtheile. Schlagen die Flügel nach außen auf, so können die Fugen leichter gegen das Eindringen des Regens geschützt werden, weil nun die Falze, in welche die Flügel einschlagen, von außen nach innen steigend angeordnet werden können. Die geöffneten Flügel erfordern aber besondere Beschlagtheile, die sogenannten Sturmstangen, um vom Winde nicht zertrümmert zu werden, und starken Stürmen gelingt dies doch oft genug. Auch kann man die Flügel nicht so fest in die Falze hineinziehen als man sie hineinzudrücken vermag, wenn sie nach innen sich öffnen, was sich in diesem Falle, durch die zum Verschluß bestimmten Beschlagtheile, sehr kräftig bewirken läßt. Man hat daher die Vortheile der nach innen aufschlagenden Fensterflügel als überwiegend anerkannt und construirt daher nur selten noch und in ganz besondern Fällen andere. Wir wollen daher auch nur solche Fenster näher betrachten, deren Flügel nach innen aufschlagen; zumal die Grundsätze der Construction ganz dieselben bleiben.

§. 25.

Der horizontale Arm des Fensterkreuzes oder das Loosholz wird unter allen Umständen fest mit dem Fensterrahmen verbunden und zwar durch Verzapfung und Ueberblattung, indem es stärker ist als das Rahmholz und nach außen vorsteht. Anders ist es aber mit dem vertikalen Arme des Fensterkreuzes, dem Mittelpfosten. Dieser kann ebenfalls mit dem Rahmen fest verbunden, oder auch beweglich sein, und man unterscheidet hiernach Fenster mit „feststehendem“ oder „aufgehendem“ Mittelpfosten.

Die erstere Anordnung hat den unbestreitbaren Vortheil der größeren Solidität und Festigkeit und erlaubt einfachere und doch sehr sicher schließende Beschläge, hat aber für die Benützung des Fensters die Unbequemlichkeit, daß bei geöffneten Flügeln das „Fensterlicht“ doch nicht ganz frei wird, sondern der Breite nach getheilt erscheint; auch erfordert der feststehende Mittelpfosten mehr Holz in der Mitte des Fensters und vermindert die Licht gebende Fläche. Man hat deßhalb die aufgehenden Pfosten, besonders bei den Fenstern der Wohnräume, vorgezogen, oder vielmehr die Fensterflügel, ähnlich wie die zweiflügligen Thüren, mit Schlagleisten construirt. Was hierdurch an Bequemlichkeit und Annehmlichkeit gewonnen wird, geht aber unzweifelhaft an Einfachheit und Solidität verloren, und man sollte daher da, wo die ersteren Eigenschaften ohne Nachtheil geopfert werden können, wie bei allen unbewohnten Räumen, die feststehenden Pfosten beibehalten, und so auch bei den oberen Flügeln der Fenster in den Wohnräumen, weil sie hier in der That nicht hindern und diese Flügel auch nur selten geöffnet werden.

Der feststehende Mittelpfosten wird, wie das Loosholz, mit der innern Seite bündig, mit dem Rahmen durch einen ganz durchgehenden Blattzapfen verbunden und mit dem Loosholze überblattet. Die außerhalb vorstehende Holzstärke der Kreuzhölzer wird mit verschieden gekehlten Gliederungen versehen, und wenn man Loosholz und Mittelpfosten gleich stark macht, so wird, nach Fig. 5 **Taf. 88**, auf dem Kreuzpunkte eine quadratförmige Platte angeordnet, welche aber aus dem vollen Holze gearbeitet werden muß und nicht etwa aufgeleimt werden darf. Da dies aber etwas mühsam ist, so entgeht man einer Pfuscherei am einfachsten, wenn man den Mittelpfosten nach Fig. 4 etwas stärker macht, seine Profilirung durchgehen und das Profil des, um etwas zurücktretenden, Loosholzes dagegen „todt laufen“ läßt.

Die Breite des Fensterrahmens richtet sich zum Theil nach der Art seiner äußeren Erscheinung. Gewöhnlich läßt man denselben etwas, etwa um 1—1½ Zoll, in das „Licht des Fensters“ vortreten und versieht diesen Theil mit irgend einem geschwungenen Gliede, welches dann außerhalb ringsum läuft und auch das Loosholz ober- und unterhalb begrenzt; die größere Breite des letzteren wird dann gewöhnlich durch eine vortretende, kleine, mit einem bekrönenden Gliede versehene Platte gebildet, wie dies Fig. 8 **Taf. 83** im punktirt gezeichnetem Durchschnitte deutlich zeigt. Der Fensterrahmen muß ferner innerhalb in den Falz des Fenstergewändes, etwa 1—1½ Zoll eingreifen und so würde sich seine Breite, in gewöhnlichen Fällen, auf 2—2½ Zoll herausstellen. Dies ist hinreichend, weil er in dieser Richtung niemals einer großen Gewalt Widerstand zu leisten hat. Seine Stärke muß so sein, daß die nöthigen Falze für die Fensterflügel eingestoßen und die Beschlagtheile sicher befestigt werden können; die geringste Stärke dürfte demnach ein Zoll sein, die sich aber bei großen Fenstern bis auf 1½ und 2 Zoll vergrößern kann. Wenn man die Lichtfläche der Fensteröffnung mögstlichst ungeschmälert lassen will, so läßt man den Fensterrahmen ganz hinter den Falz des Gewändes zurücktreten, so daß seine innere Kante mit der Leibung des Fensters bündig liegt, wie dies z. B. bei den Fenstern der Bildersäle, des von „Schinkel“ erbauten, Museums in Berlin geschehen ist.

§. 26.

Die Fensterflügel werden so stark als der Rahmen, und die einzelnen Hölzer bekommen eine Breite von ½—2 Zoll und werden an den Ecken mit Schlitzzapfen und hölzernen Nägeln verbunden. Ihre Verbindung mit dem Fensterrahmen geschieht, wie schon öfter erwähnt, durch Falze, die aber nicht überall dieselben sind, auch im Allgemeinen einfach oder doppelt sein können.

Das Holz der Flügel läßt man um ⅓ seiner Stärke innerhalb vor der Fläche des Rahmens vorstehen und macht die Falze selbst 2½—3 Linien tief. Fig. 4 **Taf. 84** zeigt bei **A** den einfachen, bei **B** den besseren, doppelten Falz, wie letzterer sich oberhalb an den Flügeln gestaltet. Unterhalb bekommen die Flügel sogenannte Wasserschenkel **C**, Fig. 4, d. h. das Holz wird stärker und zwar um so viel, daß es über den Rahmen hinausreicht. Der Wasserschenkel **C** selbst erhält oberhalb eine Abschrägung und unterhalb eine Wassernase zum Abtropfen des Wassers. Um Holz zu erspaaren wird der Wasserschenkel zuweilen als besonderes Stück dargestellt und an den Flügel durch Leim und hölzerne Nägel befestigt. Dies ist aber eine durchaus verwerfliche Constructionsweise, die man unter keinen Umständen dulden darf.

Ist ein feststehender Mittelpfosten vorhanden, so sind die Falze an diesem mit denen der Obertheile der Flügel gleich gestaltet, wie dies der Horizontaldurchschnitt Fig. 3 **Taf. 83** zeigt. Zwischen den übergreifenden Flügeln muß bei **a** noch ein Raum von 5—6 Linien Breite bleiben, um in demselben die „Vorreiber“ befestigen zu können, wenn nicht ein anderer Verschluß angeordnet wird. Hiernach bekommt der Mittelpfosten mit den beiden Flügeln eine Breite von 3½—4½ Zoll.

Da wo die Flügel sich in vertikaler Richtung mit dem Rahmen verbinden, wird der Falz anders und zwar gewöhnlich nach Fig. 12 oder 13 **Taf. 83** gestaltet, weil diese Form einen dichten Schluß gewährt und doch Holz genug zeigt, um nicht so leicht abgesprengt zu werden. Bei einem auf diese Art gestalteten Falze muß man aber zur Befestigung der Fensterhaken ꝛc. sich der Holzschrauben bedienen, weil Stifte leicht in den Falz gerathen. Bei den geradlinigen Falzen hat man darauf zu sehen, daß die vertikalen Flächen gut an einander schließen, und dies geschieht leichter, wenn die horizontalen etwas „Luft haben“ auch verhindert letzteres das so unangenehme „Verquellen“ neuer Fenster. Die Zahl der Falze noch zu vermehren nützt nichts, denn um so schwieriger ist die Controle ihrer richtigen Anfertigung in Beziehung auf dichten Schluß.

Hat das Fenster keinen feststehenden Mittelpfosten, so bekommen die Flügel, da wo sie gegen einander schlagen, auf jeder Seite eine Schlagleiste, die nach Fig. 1 **Taf. 83** gestaltet sein kann, aber immer mit dem Flügelholze aus einem Stücke bestehen muß, wenn man nicht vorzieht, ganz ähnlich wie bei den zweiflügligen Thüren, eiserne Schlagleisten anzuordnen, was, wenigstens auf der äußeren Seite, sehr wohl thunlich ist.

Statt dieser Schlagleisten sieht man oft eine Einrichtung, die der Symetrie zu lieb gemacht ist und wobei der „aufgehende Pfosten“ dem einen Flügel angehängt ist und von diesem ganz unnütz mitgeschleppt wird, wie Fig. 6 **Taf. 83** dies im Durchschnitt zeigt. Eine solche Anordnung ist durchaus verwerflich und unnöthig. Die äußere Ansicht in Fig. 8 zeigt wie eine Schlagleiste, deren Profilirung oberhalb mit einer Kehrung versehen ist, sehr wohl zu der übrigen Profilirung paßt und zwar weit besser, als wenn man, durch angeleimte Stückchen Holz, diese Profilirung etwa mit der des Loosholzes zusammen laufen lassen wollte. Hier findet keine Verbindung statt, warum will man eine solche scheinbar darstellen?

Eine andere Verbindung der zusammenschlagenden Flügel zeigt Fig. 7, die aber auch nicht empfehlenswerth ist, weil sie keinen dichten Schluß gewährt.

§. 27.

Unser Klima ist zu rauh, als daß wir mit einem

solchen Fenster, wie eben beschrieben, auch wenn es gut und untadelhaft angefertigt ist, in unsern Wohnräumen uns begnügen könnten, und es sind sogenannte „Winter-, Vor-, oder Doppelfenster“ nachgerade ein allgemeines Bedürfniß für bessere Wohnräume geworden. Bei einer solchen Anordnung soll das äußere Fenster gewissermaßen den ersten Angriff des Wetters abschlagen, und das zweite, dahinter befindliche, den eigentlich dichten Verschluß gegen Kälte und Wind bilden. Hiernach ist die ganz gewöhnliche Einrichtung, nach welcher beim Eintritt der schlechten Jahreszeit vor das gewöhnliche Fenster das sogenannte Winterfester befestigt wird, ganz verkehrt. Es muß vielmehr das äußere Fenster das solideste und best befestigte sein, damit es dem Wetter besser widerstehe; denn das alljährliche Aus- und Einsetzen der „Vorfenster“ erlaubt gar keine Einrichtungen für den dichten Schluß, die doch nothwendig sind. In Rußland, wo man noch mehr Ursache hat, sich gegen das Wetter und die Kälte zu schützen, hat man das Verkehrte der gerügten Einrichtung längst eingesehen und setzt die Winterfenster immer hinter die gewöhnlichen, das ganze Jahr bleibenden. Es erleichtert diese Anordnung auch das Aus- und Einsetzen ungemein, was bei großen Fenstern in den oberen Stockwerken mit großen Unbequemlichkeiten verbunden ist, wenn es von außen geschehen soll.

Sitzt das Winterfenster hinter dem andern, so müssen beide nach innen aufschlagen (wenn das äußere nach Innen schlägt, wie wir oben vorausgesetzt haben) und zwar die Flügel des äußeren durch die des inneren hindurch, wie dies in Fig. 3 und 4 Taf. 84 durch punktirte Linien angedeutet ist. Dies geht auch sehr wohl an, da ja überhaupt zu der Zeit, während welcher man die Winterfenster benützt, ein Oeffnen nur selten stattfindet. Der Vortheil freilich, einen Flügel des äußeren Fensters offen zu haben, während das innere ganz geschlossen ist, muß man aufgeben, doch kann man ja leicht ein oder zwei Scheiben des äußeren Fensters als kleine, nach Außen zu öffnende Flügel gestalten, was außerdem bei großen Fenstern häufig geschieht, um beim Lüften nicht nöthig zu haben, den ganzen Flügel zu öffnen.

Wenn beide Fenster dicht schließen, so bildet die zwischen ihnen eingeschlossene Luftschicht einen schlechten Wärmeleiter, was zur Warmhaltung der Zimmer bedeutend beiträgt. Deßhalb darf der Zwischenraum zwischen beiden Fenstern nicht zu klein sein, auch schon deßhalb nicht, weil man oft kleine Blumentöpfe hinein stellt. Jedenfalls muß er aber so viel Platz gewähren, daß die Beschlagtheile des äußeren Fensters, welche innerhalb vorstehen, hinreichend Platz finden; 2½ Zoll lichte Entfernung zwischen den Rahmhölzern dürfte ein angemessenes Maaß sein. Zu groß darf der Zwischenraum aber auch nicht werden, weil sonst das Hinaussehen aus dem Fenster zu sehr erschwert wird, auch eine zu große Verdunkelung des Zimmers eintritt, ein Nachtheil, den die doppelten Fenster haben und der nur dadurch wieder aufgehoben wird, daß die Scheiben des äußeren Fensters, wenn das innere geschlossen gehalten wird, selbst bei großer Kälte, weder gefrieren noch anlaufen.

Die Construction dieses innern Fensters ist dem des äußern ganz gleich, nur muß das Loosholz schmäler werden, damit die oberen äußeren Flügel darüber hinweg schlagen können, und die Wasserschenkel bleiben an dem innern Fenster fort (vergl. Fig. 2 und 4 Taf. 84). Oft macht man die Winterfenster nur mit einem beweglichen Flügel und construirt diesen als „Schiebefenster“, besonders wenn das Fenster von Außen vorgesetzt wird. Jedoch die hierdurch erspaarten Kosten am Beschlag (der gewöhnliche Grund) sind so unbedeutend, daß man besser thut, vier bewegliche Flügel zu machen; schon deßhalb, weil die nur mit einem Schieber versehenen Fenster, aus denen man also die Flügel nicht ausheben kann, sehr beschwerlich aus- und einzusetzen sind und, bei dem Transport von und zu ihrem Aufbewahrungsorte während des Sommers, leicht beschädigt werden.

§. 28.

Die Befestigung der Fensterrahmen in der Fensteröffnung geschieht, wenn letztere mit Holz eingefaßt ist, durch vorgenagelte Leisten, welche den Rahmen in den zu seiner Aufnahme bestimmten Falzen festhalten; bei steinernen Fenstergewänden durch kleine Bankstifte (Steinfallen), welche hinter dem Rahmen in die Mauerfugen getrieben, oder wenn solche nicht vorhanden sind, eingegipst werden. Unterhalb steht der Fensterrahmen auf der Sohlbank und liegt vor dem aufrechten Falze derselben, wie dies der Durchschnitt Fig. 2 Taf. 84 bei A zeigt. Innerhalb wird die Oberfläche der Brüstungsmauer mit dem sogenannten Fensterbrette bedeckt, welches mit einer Feder in das untere Rahmholz eingreift und auch wohl noch durch ein Paar Holzschrauben befestigt wird, für welche, nöthigen Falls hölzerne Dübel in die Sohlbank eingelassen werden müssen. Auf diesem Brette sammelt sich das an dem Fenster herablaufende Schwitzwasser, weßhalb seine Oberfläche gewöhnlich nach dem Fenster hin einigen Fall und hier eine eingestoßene Rinne bekommt, welche das Wasser an einem Punkte sammelt und durch ein kleines Blechrohr, entweder durch das untere Rahmholz nach Außen, oder aber durch das Fensterbrett in ein unter letzteren (oft in Form einer Schieblade) angebrachtes Kästchen leitet. In eleganten Zimmern legt man zuweilen auf das befestigte Fensterbrett noch ein bewegliches aus besserem, polirtem Holze, was

mancherlei Annehmlichkeiten und ein elegantes Ansehen gewährt.

Hat die Fensteröffnung keine steinerne Sohlbank, so ist es sehr anzurathen, das untere Fensterrahmholz etwas breiter zu machen und nach Fig. 11 **Taf. 83** ein Blech anzubringen, welches die untere horizontale Leibungsfläche der Fensteröffnung bedeckt und das Wasser ableitet; dergleichen Bleche bringt man auch zum Schutze der mit Putzmörtel überzogenen Sohlbänke an.

Ist ein Winterfenster angeordnet, so wird der Zwischenraum zwischen beiden Fenstern durch ein hölzernes Futter begrenzt, wie solches Fig. 12 bei **A** zeigt, sowie denn überhaupt die ganze Einrichtung aus dieser und aus den Fig. 1—3 **Taf. 84** und den Fig. 11 und 12 **Taf. 83** deutlich hervorgehen dürfte. Das hier gezeichnete Winterfenster wird im Sommer ganz ausgehoben und es ist alsdann nur der ringsum laufende Falz für dasselbe sichtbar. Gegen diesen Falz wird das Winterfenster durch (etwa 4) kleine Einreiber befestigt, welche in passende, mit einem eingelassenen Blech umschlossene, schmale Oeffnungen in dem Futter eingreifen.

Man hat auch den Vorschlag gemacht, den Rahmen des Winterfensters dauernd zu befestigen, so daß derselbe auch den Sommer über sitzen bleibt, und nur die Flügel ausgehoben werden, der Rahmen mit dem Loosholze aber sitzen bleibt. Hiernach kann der Rahmen des Winterfensters gut gedichtet und befestigt werden was, wenn der ganze Rahmen heraus genommen wird, nicht so der Fall sein kann und nur durch Kalfaterung oder Verklebung mit Papier zu ersetzen ist; was gerade kein gutes Aussehen gewährt. Das Loosholz des innern Fensterrahmens würde hier, seiner hohen Lage wegen, wenig geniren und wegen der unvermeidlichen Gardinen (Vorhänge) kaum sichtbar sein. Ein anderer Umstand tritt aber diesem Vorschlage in den Weg. Ist nämlich der Zwischenraum zwischen beiden Fenstern nicht ziemlich groß, und schlagen die Flügel des äußeren Fensters nach innen, so können die unteren Flügel dieses Fensters wegen des Loosholzes des innern Rahmens nicht ausgehoben werden, weil dieses Loosholz nur wenig schmäler ist als das äußere und daher nicht Höhe genug vorhanden ist, um die äußeren Fensterflügel von ihren Haken abzuheben. Außerdem dürfte der flügellose Rahmen des Winterfensters mit seinen Falzen und nothwendigen Beschlagtheilen, trotz der Gardienen, einen unangenehmen Anblick gewähren.

§. 29.

Die Fensterflügel bieten, so weit wir sie jetzt kennen, der Verglasung nur eine einfache Umrahmung dar, und diese muß man noch theilen um die einzelnen Scheiben befestigen zu können. Diese Theilung geschieht nun entweder durch Holz oder durch Blei. Ersteres gibt die sogenannten Sprossen-, letzteres die Fasefenster, welch' letztere man auch in „Blei verglas'te Fenster" nennt. Die hölzernen Theilungen oder Sprossen werden gewöhnlich nur in horizontaler Richtung angebracht und heißen dann Quersprossen. Sie sind so stark wie das Flügelholz, in der Breite aber möglichst beschränkt, doch dürften 6 Linien das geringste Maaß sein. Um sie außerdem dem Auge möglichst wenig sichtbar zu machen, werden sie nach Innen zu von beiden Seiten abgeschrägt, wie dies aus Fig. 9 **Taf. 83** und Fig. 2 **Taf. 84** bei **B** zu ersehen ist.

In den Sprossenfenstern erhalten die Glasscheiben ihre Befestigung durch Kitt, eine Mischung aus Leinöl und Kreide, und das Flügelholz sowie die Sprossen erhalten dazu außerhalb den sogenannten Kittfalz, gegen welchen sich die Glasscheiben stützen. Der Kittfalz muß außerhalb angebracht werden, damit der Sturm die Scheiben nur fester in den Falz drücken, nicht aber aus demselben herauswerfen kann. Jede Scheibe wird außerdem noch mit wenigstens 8 Drahtstiften vor dem Verkitten befestigt, welche in die Fläche der Falze eingetrieben werden. Die Quersprossen werden mit möglichst langen Zapfen in dem Flügelholze befestigt und erhalten hierdurch auch einen hinlänglichen Halt, weil sie im Ganzen keiner großen Gewalt ausgesetzt werden.

Sollen aber auch Vertikalsprossen angebracht werden, so müssen diese mit den Quersprossen in den Kreuzpunkten verbunden werden, was immer Schwierigkeiten macht. Man kann diese Verbindung durch Ueberblattung oder Verzapfung bewirken; und ersteres dürfte vielleicht den Vorzug verdienen. Fig. 4 und 5 **Taf. 88** zeigen zwei verschiedene solcher Ueberblattungen. In Fig. 4 ist die innere Fase der Sprossen nicht auf die Kehrung zusammen geschnitten, sondern die der vertikalen Sprosse greift „stumpf" auf die der horizontalen; und diese Art der Verblattung dürfte, schon der Einfachheit wegen, den Vorzug verdienen, wenn nicht noch der weitere Vortheil hinzu käme, daß in die so entstehenden Fugen das Schwitzwasser weniger leicht eindringen kann.

Fig. 5 zeigt dieselbe Verblattung, aber die inneren Fasen auf die Kehrung zusammengeschnitten; **a** ist die horizontale, **b** die vertikale Sprosse in isometrischer Projection; **c** eine Horizontal- und **d** eine Vertikalprojection der horizontalen Sprosse.

In Fig. 6 und 7 **Taf. 88** sind zwei verschiedene Verzapfungen dargestellt. In Fig. 6 ist die horizontale Sprosse sehr wenig geschwächt, indem nur ein Zapfenloch, wie zu einem „Kreuzzapfen," im Bereich der inneren Profilirung eingestemmt ist, wie dies die Figuren bei **a** in einer Vorder-, bei **b** in einer Seitenansicht und bei **e** in einer isometrischen Projection zeigen. Die Vertikalsprosse

greift, wie dies Fig. 6 bei f am deutlichsten zeigt, mit einem, auf die Kehrung zu geschrägten, Zapfen in das Zapfenloch der Quersprosse ein, steht mit dem mittleren Theile stumpf auf und greift noch mit einem Blatte hinter den Kittfalz der Quersprosse. Fig. 6 zeigt bei c die Vertikalsprosse in der Seitenansicht und bei d von der Seite des Kittfalzes.

In Fig. 7 ist die Quersprosse b in ihrem mittleren Theile ganz durchlocht, und die Vertikalsprossen greifen mit Zapfen so ein, daß sich beide in der Mitte berühren, mit dem übrigen Theil ihrer Stärke aber stumpf auf der Quersprosse aufstehen. Fig. 7 zeigt bei a eine Vertikalsprosse in isometrischer Projection; bei e und f in einer Seiten- und Vorderansicht, und bei c und d die Quersprosse in Ansichten von der Seite des Kittfalzes und von oben.

Fig. 8 **Taf. 88** endlich zeigt eine Verbindung von drei Sprossen, wie sie im oberen Theile des in Fig. 1 derselben Tafel dargestellten Fensters vorkommen. Bei a ist die Diagonalsprosse mit der Quersprosse verbunden, in der innern Ansicht, bei b dieselbe Sprosse allein, in einer Seitenansicht, gezeichnet, während bei c die Vertikalsprosse in der innern Ansicht, bei d in der Seitenansicht und bei e in einer isometrischen Projection dargestellt ist.

Diese letzte Verbindung gewährt wenig Festigkeit, und dergleichen Sprossenverbindungen halten sich nur dadurch, daß bei einem genau gearbeiteten Fenster sich alle Sprossen fest gegen einander stemmen und durch die eingekitteten Glastafeln gegen Seitenbewegungen geschützt werden. Sind die Glastafeln groß und die Sprossen schwach, so wird man immer sicherer verfahren, wenn man dergleichen Sprossenkreuzungen auf dem zwischen den beiden Kittfalzen stehen gebliebenen „Stege" mit einem feinen, in das Holz eingelassenen und mit Holzschrauben befestigten, eisernen Kreuze zu Hülfe kommt.

Man sieht aus dem Vorstehenden, daß es zweckmäßig ist, die Vertikalsprossen möglichst zu vermeiden.

§. 30.

Bei den Fasefenstern erhält das Flügelholz zur Aufnahme der Verglasung eine Nuth und wird, wie dies Fig. 10 **Taf. 88** zeigt, von beiden Seiten abgefas't, die Quersprossen aber werden aus sogenanntem Fensterblei gefertigt, welches ebenfalls seinen Halt in der Nuth des Flügelholzes findet. Bei dieser Art der Verglasung wird gewöhnlich gar kein Kitt verwendet und man sieht leicht ein, daß das an den Scheiben herunterlaufende Wasser sehr bald einen Weg in die Nuth findet und das Verfaulen des Holzes dadurch ungemein beschleunigt, weßhalb diese Fenster schon aus diesem Grunde gar nicht mehr im Gebrauch sind, geschweige davon, daß jedesmal, wenn eine neue Scheibe eingesetzt werden soll, der Flügel aus einander genommen werden muß.

§. 31.

Auf welche Weise man ein- oder zweiflüglige Fenster construirt bedarf, nach dem Vorstehenden, keiner weiteren Erläuterung, aber über die Anordnung von sogenannten „dreitheiligen" Fenstern, die gewöhnlich sechs Flügel haben, und bei solchen Fenstern, deren Breite im Verhältniß zur Höhe außergewöhnlich groß ist, angeordnet werden, müssen wir noch einige Worte anführen. Sie kommen im Allgemeinen nicht oft vor, doch gewähren sie zuweilen eine sehr zweckmäßige Beleuchtung, die durch mehrere schmalere Fenster nicht immer ersetzt werden kann.

Taf. 85 zeigt ein solches, und die getroffene Einrichtung ist folgende. Der mittlere Flügel ist feststehend, wiewohl zum Herausnehmen eingerichtet. Die Seitenflügel öffnen sich wie bei gewöhnlichen Fenstern, links und rechts. Das Winterfenster wird von innen eingesetzt, und ist so construirt, daß während sich der Flügel des stabilen Fensters von a nach b öffnet, der des Winterfensters entgegengesetzt von c nach d aufgeht. Um den Raum, der durch das Winterfenster verloren geht, wieder zu ersetzen, springen die inneren Fenstereinfassungen (von denen gleich mehr) bei e etwas vor, und sind so profilirt, daß der Falz f den einfach zum Ziehen eingerichteten Vorhang aufnehmen kann. Die übrige Einrichtung ist der früher beschriebenen ganz gleich und geht aus den Zeichnungen deutlich hervor, eben so die Gestalt des Fensterbrettes, welches in der Mitte eine größere Breite hat und dadurch als Tischchen eines Arbeitsplatzes benutzt werden kann.

Die Fenster der, von „Schinkel" erbauten, Bauschule (jetzt wieder Bauakademie genannt) in Berlin, zeigen ebenfalls eine von der gewöhnlichen abweichende Einrichtung und sind im „Notizblatt des Architekten-Vereins zu Berlin, Jahrg. 1842". S. 48 wie folgt beschrieben.

„Fig. 4 **Taf. 86** zeigt den Durchschnitt nach **C D** Fig. 1 mit der Ansicht des unteren Theils des senkrechten Kreuzschenkels e, wobei jedoch das innere Fenster fort, oder geöffnet angenommen worden ist. Fig. 5 gibt einen ähnlichen Durchschnitt nach **G H** Fig. 1, aber mit dem inneren Fenster; Fig. 6 zeigt einen dritten Vertikalschnitt durch das Loosholz nach **A B** Fig. 1 und Fig. 7 einen Horizontalschnitt nach **E F** Fig. 1. In allen diesen Figuren bezeichnet a das innere, b das äußere Fenster, außerdem zeigt d, Fig. 1, 2 und 7, einen äußeren massiven Hermenpfeiler, welcher vor jedem senkrechten Kreuzschenkel bis zum Sturz in die Höhe geht. Dieser Pfeiler erscheint in Fig. 1 in der Vorder- und in Fig. 3 in der Seitenansicht. Die beiden senkrechten Schenkel e (Fig. 1, 2 und 4) gehen in einem Stücke durch, und bilden die gemeinschaftliche

Stütze für die Flügel der äußeren und inneren Fenster. Der wagrechte Kreuzschenkel ist aber zugleich das Rahmholz beider Fensterflügel, und aus dem schrägen Schnitte g h Fig. 6 ist zu ersehen, daß der untere Flügel c den oberen a mit verschließt, wobei der horizontale Steg h als Anschlag beider Flügelrahmen besonders eingesetzt ist.

Aus dem schrägen Schnitte f k Fig. 5 und 4, sowie aus dem Falz l m Fig. 7 geht hervor, daß das äußere Fenster b nach Innen herausgenommen werden kann; allein nur dann, wenn die Holzleisten f Fig. 3, 5, 6 und 7 abgeschraubt werden, was Behufs der Reinigung alljährlich einmal geschieht. Die innern Fenster dagegen sind leicht zu öffnen und zwar die Seitenflügel drehbar mit Hülfe von Handgriffen zur Bewegung eingesteckter, in die Fallen s Fig. 4 greifender Riegel (Einreiber). Die mittleren Flügel sind nur zum Herausnehmen eingerichtet, indem mit Hülfe eines in 4 Oeffnungen n Fig. 4 passenden Schlüssels vier gleichgeformte Riegel aus ihren Fallen gedreht werden, sobald die Seitenflügel geöffnet sind.

Von dem äußeren Fenster b sind nur die vier unteren Scheiben des rechten Seitenflügels zu öffnen. Die Sprossen daselbst sind deßhalb von Eisen, die oberste Sprosse r t und die mittlere u v sind getheilt, wie Fig. 4 bei v angibt, durch den Aufzug eines unteren und eines oberen Riegels p, und die Aufhebung einer einfachen Klinke, welche die Theile der senkrechten Mittelsprosse zusammenhält, können beide Flügel v r und t v, nach Außen drehbar, geöffnet werden."

Wir bemerken hierzu nur noch, daß die erwähnten Fenster keinen Wohnräumen angehören und eine solch' complicirte Einrichtung für dergleichen Räume auch nicht passen würde.

§. 32.

Bei den Schiebefenstern bewegen sich die zu öffnenden Theile, oder die Schieber, entweder horizontal seitwärts, oder vertikal aufwärts. Im ersteren Falle läuft der Schieber in einem Falze, wie dies die Fig. 1, 2, 3 und 5 **Taf. 87** in der Ansicht und im Durchschnitt zeigen, und wenn das ganze Fenster durch ein festes Kreuz in vier Theile getheilt ist, so sind gewöhnlich nur zwei, einander diagonal gegenüberstehende, Flügel beweglich. Diese Fenster bedürfen gar keines Beschlags, sind aber schwer zu reinigen, verquellen leicht und werden daher selten angewendet. Ein Mangel derselben, der nicht zu beseitigen, ist daß man das Wasser nicht abhalten kann, in die für die Aufnahme der Schieber bestimmten Nuthen zu dringen. Sie haben aber den Vortheil, daß die Schieber beim Oeffnen den Raum nicht so beschränken, wie die drehbaren Flügel.

Die Fenster mit vertikal verschiebbaren Schiebern sind gewöhnlich der Höhe nach in zwei gleiche Theile getheilt, und der untere Theil kann innerhalb des oberen in die Höhe geschoben werden, weßhalb er seitwärts in Nuthen läuft, und wohl durch Gegengewichte, welche an Schnüren oder Riemen (gewöhnlich hinter dem Fensterfutter) hängen, balancirt wird. Steht der obere Theil des Fensters ganz fest, so ist die Reinigung desselben sehr beschwerlich, und ebenso muß der Schieber, wenn er auf der äußeren Seite gereinigt werden soll, ganz heraus genommen werden. Deßhalb schon sind diese Fenster in Wohnräumen nicht angemessen, wozu noch der undichte Schluß und der unangenehme Umstand kommt, daß, weil die Schieber nothwendig „willig" in den Nuthen sich bewegen müssen, der Wind ein fortwährendes Klappern der Fenster verursacht.

Die Einrichtung eines solchen Fensters, bei welcher noch die besondere Anordnung getroffen ist, daß auch die oberen Fenstertheile leicht heraus genommen werden können, zeigt **Taf. 88.**

Fig. 1 gibt eine innere Ansicht des ganzen Fensters, Fig. 2 einen Vertikal- und Fig. 3 einen Horizontaldurchschnitt, letzteren so, daß die unteren Fenstertheile hinaufgeschoben sind, also das Fenster geöffnet erscheint. Alle vier Schieber des Fensters sind beweglich, so daß die oberen außerhalb hinab gelassen werden können.

In den eigentlichen Fensterrahmen sind noch die vertikalen Rahmstücke x, x Fig. 3 eingefalzt und diese, welche die Schieber ihrer ganzen Stärke nach in Nuthen aufnehmen sind, in den untern Theilen des Fensters mittelst Charnierbändern, um vertikale Achsen drehbar; werden aber durch eine Federfalle für gewöhnlich festgehalten. In Fig. 1 und 2 sind die Fugen dieser Theile durch punktirte Horizontallinien angedeutet.

Zum Verschluß und zum Feststellen der Schieber sind, in den untern horizontalen Rahmstücken derselben, auf der Unterfläche dieser, „Pasquilstangen" (von denen bald mehr) eingelassen, die in die Rahmstücke x, x eingreifen und durch besondere Schlüssel, ähnlich den Uhrschlüsseln, bewegt werden.

Soll nun ein Schieber herausgenommen werden, so wird zuerst der untere Schieber ganz hinaufgeschoben und hier festgestellt. Dann werden die beiden ihn begrenzenden Rahmstücke x, die nun frei geworden sind, um ihre, außerhalb angebrachten Charnierbänder, um etwas mehr als 90 Grad gedreht, worauf der, noch oben befindliche, untere Schieber herunter gelassen wird und nun herausgenommen werden kann. Löst man die Pasquilstange des oberen Schiebers und schiebt denselben hinab, bis er die Nuthen seiner Rahmstücke x verlassen hat, so kann man auch diesen Schieber aus dem Fenster entfernen. Es ist klar, daß bei einer solchen Einrichtung die unteren und oberen Schieber gleiche Höhen haben müssen.

Die übrige Einrichtung dieses Fensters, welches bei der hiesigen großen Einsteige-Halle des Eisenbahnhofs zur Anwendung gekommen ist, bedarf keiner weiteren Erklärung, wenn wir bemerken, daß die oberen beiden viertelkreisförmigen Fenstertheile nur zum Herausnehmen eingerichtet sind, und durch mehrere, sogenannte „halbe Vorreiber" in ihren Falzen festgehalten werden.

Das auf **Taf. 87** dargestellte Fenster wird durch die Zeichnungen dieser Tafel hinlänglich erklärt. Dasselbe hat unterhalb zwei gewöhnliche, drehbare Flügel und oberhalb des Loosholzes zwei Schieber, so daß entweder der äußere oder der innere geöffnet werden kann, welche Einrichtung deßhalb getroffen ist, um die Glastafeln dieser Schieber auf beiden Seiten reinigen zu können, ohne den Raum, zu welchem das Fenster gehört, zu verlassen. Dergleichen Fenster werden mit Vortheil in solchen Räumen angeordnet, die man oft und gern lüften möchte, z. B. in Arbeitslocalen und Schulzimmern.

§. 33.

Zu den Fenstern in Wohnzimmern und überhaupt zu denen besserer Räume gehören, wie bei den Thüren, Futter und Bekleidung der innern Fensternische. Diese Theile stehen indessen in so genauer Verbindung mit den Fensterläden, daß wir diese hier gleich mit besprechen müssen. Wir meinen hier aber nur die innern Fensterläden, denn die äußeren unterscheiden sich eigentlich in nichts von zweiflügligen Thüren, und bedürfen daher mit Ausnahme der sogenannten Jalousieläden keiner weiteren Erwähnung; zumal da sie schlecht aussehen, vom Sturmwinde ausgehoben und herab geworfen werden können, und deßhalb auch den innern Läden immer mehr weichen müssen, da diese gegen das Einsteigen sowohl als gegen die Kälte eben so gut schützen. Freilich nicht gegen die Hitze, weßhalb in südlichen Gegenden die Jalousieläden wohl nicht so leicht werden verdrängt werden, obgleich man durch äußere Roulleaur sie ziemlich vollständig ersetzen kann.

Die innern Läden sind entweder Einsetz- oder Flügelläden. Die ersteren werden in einem Stücke, wie eine „verleimte" Thür mit eingeschobenen Leisten angefertigt, mittelst ein Paar Handgriffen hinter das Fenster auf das Fensterbrett gestellt, und durch ein Paar hölzerne oder eiserne Schubriegel festgehalten. Sie sind wohlfeil, und gewähren große Sicherheit, sind aber sehr unbequem, schon deßhalb, weil man in der Regel nicht weiß, wo man am Tage mit den herausgenommenen Läden hin soll. Deßhalb kommen sie nur bei ganz untergeordneten Räumen vor.

Die Flügelläden werden, wie die eingefaßten Thüren aus Rahmstücken und Füllungen zusammengesetzt, mit Charnierbändern an dem innern Fensterrahmen unmittelbar, oder an einen eigenen dahinter befestigten Rahmen angeschlagen und legen sich, geöffnet, an die Seitenwände der inneren Fensternische. Sie sind daher wenigstens zweiflüglig, doch da man sie nicht gern über die Dicke der Mauer hinaus, in das Innere der Räume vorstehen läßt, so werden oft beide oder es wird doch einer der Flügel nochmals gebrochen, so daß der Laden sehr häufig, wie in Fig. 12 **Taf. 83** angenommen aus drei, oder nach Fig. 3 **Taf. 84** aus vier Stücken besteht, die überfalzt und nach den genannten Figuren zusammengeschlagen, in der Leibung der Fensternische Raum finden. Der bei geöffnetem Laden in die Wandfläche der Leibung fallende Theil des Ladens, wird gewöhnlich durch einen Riegel rc. an der innern Fenstereinfassung festgestellt, so daß er einen Theil dieser Fläche selbst bildet. Hiernach ergibt sich schon die Nothwendigkeit einer Fenstereinfassung, wie bei den Thüren, und sie wird auch ganz wie eine solche behandelt, und an eingemauerten oder eingegipsten hölzernen Dübeln festgenagelt. Alsdann werden aber auch die übrigen Wandflächen der inneren Fensternische, da diese gewöhnlich den Arbeitsplatz der Damen bildet, mit Holzwerk bekleidet, besonders die Fensterbrüstungsmauer und der Vollständigkeit wegen auch der Sturz der Fensternische, so daß sich ein solches Fenster von der Zimmerseite aus, und im Durchschnitt gesehen, so darstellt, wie dies die Fig. 1 und 2 **Taf. 84** zeigen. Diese Holzbekleidungen werden wiederum aus Rahmstücken und Füllungen, aber nur auf einer Seite profilirt, zusammengesetzt, und ihre Construction zeigt nichts besonders Interessantes, was nicht aus den genannten Figuren deutlich hervorginge.

§. 34.

In südlichen Gegenden, wo man genöthigt ist, im Sommer Vorkehrungen gegen die Sonnenhitze zu treffen um die Zimmer kühl zu erhalten, wendet man zu diesem Zweck gern die Jalousieläden an, die außerhalb vor den Fenstern angebracht werden. Geöffnet müssen sie sich an die Fläche der Façade anlegen um hier durch Vorreiber oder sogenannte „Federhaken" festgehalten zu werden, und deßhalb werden sie häufig ganz vor die Fensteröffnung gelegt. Es ist aber besser, sie wenigstens um ihre Stärke hinter die Wandfläche zurück zu legen, des besseren Aussehens wegen, und auch um ihnen oberhalb mehr Schutz gegen das an der Façade herab laufende Wasser zu gewähren. Es ist dann aber nöthig, vor das Fenster in die äußere Leibung, noch einen besonderen Rahmen für dieselben einzusetzen, und die Läden mit gekröpften Bändern zu versehen, damit sie um das Eck der Fensteröffnung herumschlagen können.

Die Architekten sind gemeiniglich keine Vertheidiger dieser Jalousieläden, besonders bei städtischen Gebäuden nicht, weil sie jede Architektur der Façade zerstören. Geschlossen rauben sie der Façade alles Relief, und geöffnet wo sie oft sogar übereinander schlagen, heben sie vollends

alle architektonischen Verhältnisse auf. Aeußere Fenstereinfassungen sind gar nicht anzubringen, denn bei geöffneten Läden werden sie bedeckt, und sehen nur mit ihren oberen Theilen und Verdachungen über die Läden hervor, was die Sache nur noch schlimmer macht. Will man bei einem Gebäude Jalousieläden anbringen, so verzichte man lieber auf jede andere Decoration, die Läden vertragen sich mit keiner, sie dominiren über Alles und drücken dem Gebäude unwiderstehlich den Stempel des „Nützlichkeitsstyls“ auf. Und nützlich sind die Läden, das ist nicht zu leugnen, nicht allein in Beziehung auf den bereits angegebenen Zweck, sondern auch zum Schutz gegen den in südlichen Gegenden häufigen Hagelschlag. Indessen werden sie durch zweckmäßig eingerichtete Rolleaux von starkem Segeltuch, welche innerhalb der äußeren Fensterleibung sich bewegen ziemlich vollständig ersetzt.

Bei hölzernen Gebäuden, denen man das Charakteristische ihrer Construction nicht durch einen Putzüberzug genommen hat, lassen sich die Läden noch leichter mit der Architektur in Uebereinstimmung bringen, wenn man die Eintheilung der Pfosten und Riegel so ordnet, daß sich passende Felder bilden, welche von den geöffneten Läden gefüllt werden. Hier mögen sie beibehalten werden, aber bei steinernen, architektonisch durchgebildeten Façaden, sollte man sie durchaus verbannen.

Die Construction dieser Läden ist einfach. Sie bestehen gewöhnlich aus zwei Flügeln, und jeder derselben aus einem einfassenden 2½—4 Zoll breiten Rahmen. Jeder Flügel ist in der Höhe des Fensterkreuzes durch ein horizontales Rahmholz nochmals getheilt. Die Füllungen zwischen diesen Rahmhölzern werden durch die bekannten „Jalousiebrettchen“ gefüllt, die entweder in schräg abwärts gerichteter Stellung in den Rahmstücken befestigt, oder um Zapfen in ihnen horizontal drehbar eingerichtet sind, so daß sie horizontal gestellt Luft und Licht einlassen, herabgedrückt aber die ganze Fläche schließen. Bei den in Rede stehenden Läden ist es am besten, die Brettchen nach Fig. 19 Taf. 83 so zu befestigen, daß die Oberkante des unteren und die Unterkante des oberen in einer Horizontale liegen und jedes um 45 Grad gegen die Horizontale geneigt ist. Die Brettchen bekommen eine Breite von 2—3 Zoll.

Sollen die Brettchen beweglich eingerichtet werden, so bekommt jedes an jedem Ende einen hölzernen oder eisernen Zapfen, um welchen es sich in den Rahmstücken drehen kann. In der Mitte der Breite der Bretter wird dann eine eiserne oder hölzerne vertikale Stange an jedem Brettchen beweglich befestigt und durch ein Auf- und Niederbewegen dieser Stange werden sämmtliche Brettchen entweder geschlossen oder geöffnet; ein an dem unteren Rahmstück angebrachter Haken, hält die Stangen in ihrer Lage fest, zu welchem Zwecke dieselbe mit mehreren Löchern versehen ist; eine Einrichtung die besonders da von Vortheil ist, wo die Läden die Stelle der Fenster vertreten, wie in den Oeffnungen von Trockenböden, in den Räumen für die Kühlschiffe der Brauereien ꝛc. Hier sind dann die Rahmen in den Oeffnungen unbeweglich befestigt, und nur die, jetzt aber 5—6 Zoll breiten, Jalousiebretter beweglich.

§. 35.

Bevor wir von den Beschlägen der Fenster reden, müssen wir noch einige allgemeine Bemerkungen über das Material der Fenster vorausschicken.

Gewöhnlich wird das Eichenholz dem Nadelholze vorgezogen, und wenn es astlos und recht geradwüchsig ist, auch mit Recht, da es dem Wetter ausgesetzt, eine längere Dauer verspricht, auch die Beschlagtheile sich daran sicherer befestigen lassen. Besonders nachtheilig für die Fenster ist aber das Werfen und Krummziehen des Holzes und diesem ist das Eichenholz mehr ausgesetzt, als ein gutes kerniges Nadelholz, besonders Furchen- oder Kiehnenholz (pinus silvestris). Kann man daher kein geradwüchsiges, spaltbares Eichenholz haben, so dürfte das genannte Nadelholz den Vorzug verdienen, und die Erfahrung lehrt, daß Fenster aus solchem Holze sich besser gehalten haben als eichene. Zu den inneren Winterfenstern nimmt man immer Nadelholz. Daß man bei Luxusbauten die Fenster schon von Mahagoni oder Palisanderholz gemacht hat, soll hier nur beiläufig bemerkt werden, sowie daß diese Hölzer, nur nicht etwa als Fournire aufgeleimt, eine große Dauer gewähren.

Die Fenster werden ferner fast immer mit einem Oelfarbanstrich versehen, um ihnen ein besseres Ansehen und mehr Dauer zu geben. Nun ist es aber zweckmäßig, besonders eichene neue Fenster anfänglich nicht anzustreichen, sondern nur ein oder zweimal mit Leinöl zu tränken und zu firnißen, wodurch das Holz seine angenehme natürliche Farbe behält und doch gegen die Einwirkungen der Nässe geschützt wird. Ein anderer Vortheil ist dabei noch der, daß wenn das Holz mit der Zeit zusammentrocknet, und dann nach einigen Jahren seine schöne braune Farbe verliert, und man dem Fenster nun einen Farbanstrich gibt, die Falze dann wieder dichter schießen, da der Oelfarbüberzug doch immer eine gewisse Dicke hat. Wollte man gleich anfänglich die Falze anstreichen, so müßte man bei dem Quellen der Fenster, was bei neuen Gebäuden im ersten Winter immer einzutreten pflegt, den Falzen bald mit dem Hobel „nachhelfen“ und bei dem späteren Eintrocknen würde man dann undichte Fenster bekommen, welcher Nachtheil durch das angedeutete Verfahren verringert werden kann. Man sollte daher auch tannene Fenster anfänglich in den Falzen nur mit Oel tränken, nicht förmlich „dreimal gut mit Oelfarbe streichen.“

Daß alles Holz, welches man zu den Fenstern verwendet, vorher gut ausgetrocknet sein muß, versteht sich von selbst. Das Glas setzen wir aus der Baumaterialienlehre als bekannt voraus, und bemerken nur, daß man grünes, halbweißes, weißes und Spiegelglas unterscheidet. Letzteres wird in neuerer Zeit besonders bei den Schaufenstern der Verkaufsläden oft in bedeutend großen Dimensionen verwendet, und muß dann in den Fabriken besonders bestellt werden. Diese Fenster sind sogenannte „Stillstände", d. h. unbeweglich, und die meist sehr wenigen Sprossen von Metall gefertigt. Die Construction solcher Fenster, namentlich der Vorschluß derselben durch Läden, erfordert häufig die größte Aufmerksamkeit des Architekten, hängt aber so sehr von der zufälligen Localität ab, daß wir keine allgemeinen Regeln darüber aufstellen können. Doch wird dem, der das Vorstehende seinem Wesen nach erfaßt hat, auch die Lösung einer solchen Aufgabe immer gelingen.

D. Der Beschlag der Fenster.

§. 36.

Wie bei den Thüren können wir auch hier Beschlagtheile zur Bewegung und solche zum Verschluß und zur Vermehrung der Festigkeit der Fenster, unterscheiden.

Zu den ersteren gehören die Haken und Bänder, zu den letzteren Vorreiber, Riegel, Pasquil- und Espagnolettstangen ꝛc. und zur Vermehrung der Festigkeit bestimmt, rechnet man die sogenannten Scheinhaken (Scheinecken) und Kreuzbleche. Sämmtliche Beschlagtheile werden der Hauptsache nach, aus Eisen gefertigt, in manchen Theilen aber zuweilen mit Messing überzogen, aus Bronce verfertigt oder gar vergoldet, je nachdem sie nur ihrem Zwecke entsprechen oder auch noch besonders zur Zierde gereichen sollen. Wir können hier nur den jedesmaligen Zweck im Auge haben, und müssen die Formenausbildung, in sofern sie von dem Zwecke unabhängig ist, unberücksichtigt lassen.

Im Allgemeinen theilt man die gewöhnlichen Beschläge noch in aufgesetzte und eingelassene je nachdem sie nur auf das Holz aufgenagelt oder in dasselbe vertieft, „eingelassen", und durch Schrauben mit versenkten Köpfen befestigt werden.

§. 37.

Die Beschlagtheile zur Bewegung der Fenster sind, Haken und Bänder, und zwar wendet man gewöhnlich, bei ordinären Fenstern, Stützhaken an, die ganz so gestaltet sind, wie wir sie bei den Thüren haben kennen lernen, nur kleiner und zierlicher. Die dazu gehörigen Bänder heißen Winkelbänder, wegen ihrer aus Fig. 14 Taf. 82 ersichtlichen Gestalt. Der Winkel hat die Bestimmung, das Eck des Fensterflügels zu verstärken. Da auf diese Weise aber nur zwei Ecken eines Flügels armirt werden können, so bringt man an den beiden andern ein Paar ähnliche Beschläge an, denen aber die eigentlichen Bänder zur Bewegung fehlen, und die Scheinhaken oder Scheinecken genannt werden. Bei bessern Fenstern bedient man sich der schon bekannten „aufgesetzten" oder Fischbänder, deren Lappen in den Fensterrahmen und Fensterflügel eingelassen und durch Stifte befestigt werden. Die Winkel- und Scheinhaken werden aus Sturzblech „ausgehauen" und nur mit der Feile etwas nachgearbeitet. Bei Fenstern mit festem Mittelpfosten wird über den Kreuzungspunkt, da wo sich Mittelpfosten und Loosholz schneiden, zur Befestigung dieses Punktes innerhalb ein sogenanntes Kreuzblech Fig. 15 Taf. 82 befestigt.

§. 38.

So einfach die Beschlagtheile zur Bewegung der Fensterflügel sind, so mannichfaltig und verschieden sind die zum Verschluß der Flügel bestimmten, nnd wir können hier auch nur die gewöhnlich vorkommenden besprechen.

Bei feststehendem Mittelpfosten ist der einfachste, wohlfeilste und auch vollkommen zweckmäßige Verschluß der mit doppelten Vorreibern. Ihre Gestalt und Wirksamkeit geht aus dem Durchschnitte Fig. 3 Taf. 82 deutlich hervor, so daß wir dazu nur wenig zu bemerken haben. Die Vorreiber sind um den mittleren Dorn beweglich, und da sich hier das Eisen bald ausläuft, auch das Holz der Fensterflügel schwindet, so verlieren die Vorreiber den Schluß, d. h. sie drücken die Fensterflügel nicht mehr fest in ihre Falze. Es ist daher zweckmäßig, den mittleren Dorn als Holzschraube zu gestalten und den vorderen, gewöhnlich rund gefeilten, Kopf mit einem Einschnitte zu versehen, um einen Schraubenzieher anwenden zu können, oder den Kopf eckig zu gestalten, so daß man denselben mit einem Schraubenschlüssel fassen, und den Dorn „anziehen" kann, so bald dies nöthig erscheint. Gewöhnlich werden die Dorne der Vorreiber mit einer Spitze versehen und durch den Mittelpfosten geschlagen und umgeniethet, wodurch aber ein späteres Nachtreiben unmöglich wird und die Vorreiber die Flügel nicht mehr fest drücken, ja oft sich von selbst in eine vertikale Lage stellen und das Einklemmen von Papier und dergleichen nöthig machen. Will man die Dorne aber mit einer Holzschraube versehen, so muß man sie etwas stärker machen, und dafür besorgt sein, daß sie nicht einrosten, was bei Eichenholz oft so fest geschieht, daß zu schwache Schrauben brechen, ehe sie „loslassen".

Wo der Vorreiber das Holz der Fensterflügel berührt, muß dasselbe gegen Beschädigungen geschützt werden, weßhalb man hier ein Blech untergelegt oder auch nur einen Draht in Bogenform befestigt auf dem der Vorreiber sich

bewegt. Um den Flügel öffnen und zudrücken zu können, bekommt er einen Zuzieheknopf in der Mitte seiner Höhe.

Um einen einzelnen Flügel festzustellen, bedient man sich der halben Vorreiber, welche ziemlich genau die Hälfte der doppelten darstellen, natürlich aber die Drehachse ganz enthalten. Diese halben oder einfachen Vorreiber läßt man auf einem Drahte sich bewegen, der eine schiefe Ebene in seiner Oberfläche darstellt, so daß der vorgedrehete Vorreiber diese Ebene hinansteigt und so keilförmig wirkt.

Statt der Vorreiber dienen auch oft die sogenannten Einreiber zum Verschluß der Fensterflügel an fest stehenden Pfosten. Diese bestehen aus einem, in der Mitte der Stärke des Flügelholzes beweglichen kleinen Riegel, der an seiner Drehaxe fest sitzt. Letztere ist auf der Oberfläche des Holzes mit einer Handhabe, der sogenannten Olive versehen, wie Fig. 16 **Taf. 83** dieses zeigt.

Auch hat man sogenannte „einarmige" Vorreiber oder Ueberwürfe, nach Fig. 2 ders. Tafel angeordnet. Ein solcher ist auf dem einen Flügel befestigt und am Pfosten ist ein Haken der den Arm des Ueberwurfs aufnimmt, etwas keilförmig gestaltet ist, und dadurch ein festes Andrücken des Flügels bewirkt.

Von diesen Verschlüssen sind die Einreiber die schlechtesten, weil sie die Flügel nicht so fest in ihre Falze drücken als die Vorreiber, wenn man sie auch keilförmig gestaltet. Sie ersparen übrigens die Zuziehknöpfe, weil die Olive als Handhabe zum Oeffnen der Fenster dient.

Hat das Fenster keinen beweglichen Mittelpfosten, so ist der einfachste Verschluß, der durch zwei gewöhnliche Schubriegel an dem einen, und halbe Vorreiber an dem anderen Flügel, doch ist dieser keineswegs bequem. Man hat nicht nur wenigstens drei Verschlüsse zu lösen, was zeitraubend ist, sondern man kann auch oft bei hohen Fenstern die oberen Riegeln oder Vorreiber nur mit Anstrengung erreichen. Man hat daher das sogenannte Pasquil erfunden. Dies besteht aus zwei Riegeln, welche an ihren in der Mitte zusammentreffenden Enden verkröpft und nach Fig. 17 **Taf. 83** mit kurzen Zahnstangen versehen sind. In diese greift ein kleines Getriebe, welches durch eine Olive bewegt werden kann und bei seiner Bewegung gleichzeitig den einen Riegel nach oben den andern nach unten schiebt. Auf diese Weise kann man mit einer Umdrehung der Olive das Fenster schließen oder öffnen, weil das Pasquil auf dem überschlagenden Fensterflügel angebracht wird. Der Vorwurf, daß bei einem solchen Verschlusse immer beide Flügel entweder geöffnet oder verschlossen sein, ist unbegründet; denn will man nur einen öffnen, so darf man den andern nur mit dem Pasquil wieder fest stellen. Daß die Riegel immer an dem Fensterrahmen oder an dem Loosholze passende Vertiefungen oder kleine Krampen zum Eingriff finden müssen, versteht sich von selbst.

Sehr häufig ist von dem Pasquil nichts sichtbar, als die Olive, indem die Riegel unter der Schlagleiste des überschlagenden Fensterflügels verdeckt liegen. Hierdurch wird man aber genöthigt, die Schlagleiste abgesondert zu fertigen und dann durch Schrauben ꝛc. an dem Flügel zu befestigen, während es doch jeden Falls vorzuziehen ist, sie mit dem Flügelholze aus einem Stücke bestehen zu lassen; es sei denn, daß man sie aus Eisen machen wollte. Man legt deßhalb auch wohl das Pasquil außen auf die Schlagleiste und schließt die Riegelenden mit den Zahnstangen und dem Getriebe in einen kleinen eisernen, oder messingnen Kasten ein. Die Stangen der Riegel werden durch einige kleine Kloben an dem Fensterflügel gehalten und bei ihrer Bewegung geleitet.

Man hat auch eine andere Art Pasquil, was besonders im südlichen Deutschland üblich ist, und sich von dem eben beschriebenen dadurch unterscheidet, daß die gleichzeitige Bewegung der Riegel nicht durch ein Getriebe, sondern durch einen Hebel bewirkt wird.

Fig. 18 **Taf. 83** zeigt die Einrichtung deutlich. Die beiden Riegel endigen, statt in gezahnten Stangen, in ein Paar Haken, welche zusammengeschoben (bei geöffneten Fenster), nach Fig. **A** eine kreisförmige Scheibe bilden. Sie umschließen einen Dorn b welcher dem Ruder oder Hebel c in Fig. **D** als Drehachse dient. Letzteres bildet an seinem einem Ende eine durchbrochene kreisförmige Scheibe und hat auf dieser zwei hervorstehende Stifte d, d welche in die an den Riegelenden befindlichen Vertiefungen e e passen. Bei der in Fig. **B** gezeichneten Stellung der Riegel, steht das Ruder horizontal und liegt in einem am zweitem Fensterflügel angebrachten Haken. Hebt man dasselbe aber aus dem Haken und bringt es in die vertikale Lage so nehmen die Riegel die in Fig. **A** gezeichnete Stellung an und das Fenster kann geöffnet werden. Das Ruder ist auf dem Dorne durch eine aufgesteckte Scheibe und davor geschraubte Mutter befestigt, (vergl. Fig. **C**). Die Riegel bewegen sich an den Enden in 2—3 Zoll langen Hülsen in denen sie etwas Spielraum haben müssen, weil ihre Bewegung nicht ganz geradlinig ist, sondern mehr der einer durch eine Kurbel bewegten „Lenkerstange" gleicht. Dieser Verschluß ist gut und dauerhaft.

Die beschriebenen Vorrichtungen entbehren des, besonders bei hohen Fensterflügeln wichtigen Vorzugs, die letzteren fest in die Falze zu drücken, selbst dann, wenn man die Riegel keilförmig oder „auf den Zug" arbeitet, deßhalb wendet man häufig die sogenannten Espagnolettstangen Fig. 5—9 **Taf. 84** an. Eine solche Stange besteht aus einem Rundeisen von einer Länge gleich der ganzen Höhe

des Flügels, und liegt als ein kleiner Rundstab zwischen den doppelten Kehlleisten der Schlagleiste Fig. 9. Sie wird durch 4—5 kleine Kloben an dem einen Fensterflügel drehbar befestigt, weßhalb man an diesem, bei den inneren Falzen, möglichst viel Holz stehen lassen muß, um die Kloben gut befestigen zu können. Oben und unten befinden sich an der Stange Haken in horizontalen Ebenen die vorn spitzig sind, nach hinten zu aber, wo sie sich mit der Stange verbinden, keilförmig stärker werden, Fig. 7 und 8. Sie greifen in mit Metall ausgefutterte Oeffnungen, oben im Loosholze, unten im Fensterrahmen, und ziehen bei dem Hineindrücken das Fenster fest an. In der Mitte der Stange, oder etwa einer Quersprosse des Fensters gegenüber, befindet sich das Ruder mit welchem man die Stange um ihre vertikale Achse drehen, und so die Haken zum Ein- und Ausgriff bringen kann. Das Ruder selbst ist aber, nahe seiner Befestigung an der Stange mit einem Gelenk versehen, welches eine Drehung um eine horizontale Achse und das Niederlegen des vorderen Armes in einen an dem zweiten Fensterflügel befestigten Haken gestattet, Fig. 5 und 6. Beim Oeffnen des Fensters wird daher zuerst das Ruder mit vertikaler Drehung aus dem Haken gehoben und dann horizontal herumgedreht um durch diese letztere Bewegung auch die Haken der Stange aus ihren Eingriffen zu bringen. Beim Schließen verfährt man natürlich umgekehrt, d. h. man dreht das Ruder horizontal ganz zurück, drückt den Flügel fest in seinen Falz, führt das Ruder wieder vorwärts und drückt es endlich durch eine vertikale Drehung in den Haken nieder. Die Flügel werden durch diese Einrichtung oben, unten und in der Mitte gehalten. Durch ein Ueberziehen der Stange mit Messing oder Lack und durch eine künstlerische Ausbildung des Ruders und des Hakens läßt sich dieser Beschlag sehr wohl als Zierde gestalten. Er hat aber den Nachtheil, daß die horizontalen Haken der Stange bei geöffnetem Fenster, gern in die Vorhänge greifen und diese zerreißen.

§. 39.

Der Verschluß der inneren Läden geschieht am einfachsten und sichersten durch eine sogenannte **Vorlegstange**, welche die Breite des Ladens zur Länge hat und in der Mitte der Höhe derselben, in 2 oder 3 Haken gelegt wird, die an den Ladenseiten festgeschraubt sind. Die Jalousieläden schließt man häufig durch Riegel, wovon der untere ein gewöhnlicher Schubriegel, der obere aber ein sogenannter „Federriegel“ oder eine „Federfalle“ ist, ein Riegel oder eine Falle, welche durch eine Feder zum Eingriff gebracht und durch einen Zugdraht gelöst werden kann. Diese oberen Riegel versagen aber bald den Dienst, indem die Federn lahm werden, oder doch die, durch den sich ansetzenden Rost vermehrte Reibung nicht mehr überwinden können. Ein Schmieren dieses Beschlagtheils wird aber wegen der unbequemen Höhe gewöhnlich versäumt. Es dürfte daher auch für diese Läden ein Verschluß durch ein Pasquil oder durch eine Espagnolettstange vorzuziehen sein; letztere pflegt man dann aber nicht auf die Schlagleiste sondern daneben auf den Rahmen zu setzen.

Nach dem bisher Erörterten, dürfte die Anordnung eines Fensters mit innerm Winterfenster am zweckmäßigsten folgende sein.

Für das **äußere** oder **stabile** Fenster, unten Flügel mit aufgehenden Pfosten, durch ein Pasquil verschlossen und zwar ein Pasquil nach Fig. 18 **Taf. 83.**

Für die oberen Flügel desselben ein fest stehender Mittelpfosten und ein Verschluß durch Vorreiber.

Für das **innere** Fenster, ganz ohne fest stehende Mittelpfosten, unten Espagnolett- oben Pasquilverschluß. Bei dem äußeren Fenster nimmt man deßhalb nicht gern einen Espagnolettverschluß, weil die Haken der Stange leicht die inneren Scheiben zertrümmern. Der Verschluß der oberen, äußeren Flügel durch Vorreiber„ ist zwar der Höhe wegen etwas unbequem, jedoch sehr solid und deßhalb vorzuziehen, da ja außerdem diese Flügel nur sehr selten geöffnet zu werden pflegen.

Elftes Kapitel.

Die Gerüste.

§. 1.

Unter den **Gerüsten** verstehen wir diejenigen temporären Zimmerungen, die nur auf kürzere Zeit und nur als Mittel zum Zweck dienen sollen, entweder nur als Lehren oder Modelle zur Darstellung anderer Bauwerke, wie die Lehrgerüste der Gewölbe ꝛc., oder als Mittel welche die Erbauung eines Gebäudes ermöglichen sollen, indem sie sowohl den Handwerkern den Zugang zu den verschiedenen Theilen des Gebäudes und das Arbeiten an demselben gestatten, als auch den Transport der verschiedenen Materialien an die Arbeitsstellen erleichtern. Diese Zimmerungen müssen zwar jedenfalls die nöthige Sicherheit und Festigkeit haben, doch dienen sie immer nur verhältnißmäßig auf kurze Zeit, so daß bei Construction derselben zwar die **Festigkeit**, doch weniger die **Dauer** zu berücksichtigen ist. Auch hat man sehr häufig die Absicht, die zu einem Gerüst gebrauchten Hölzer später entweder zu einem anderen Gerüste, oder sonst zu gebrauchen, wonach sich dann die Verbindung der Hölzer richtet; endlich bleiben alle Anforderungen an Aesthetik unberücksichtigt.

Bei den Bauten werden oft Maschienen gebraucht um zur Hebung bedeutender Lasten, oder zu anderen Zwecken

eine große Kraft ausüben zu können. Diese Maschienen, welche mit den Gerüsten das gemein haben, daß sie nur kurze Zeit an einem Orte gebraucht werden und daher eine solche Construction bekommen, daß sie leicht aufgestellt und eben so leicht wieder abgeschlagen werden können, nennt man wohl Geräthschaften. Es gehören dahin die zum „Aufschlagen“ oder „Richten“ der Gebäude gebräuchlichen Vorrichtungen, die verschiedenen Hebegeschirre zum „Versetzen“ großer Werkstücke oder zum Heben „versunkener“ Balkenlagen ꝛc. Ebenso die verschiedenen Rammen zum Einschlagen der Grundpfähle, die Grundsägen und die einfachen Wasserhebemaschienen. Wir können indessen von diesen „Geräthschaften“ nur die Hebegeschirre für den Maurer und Zimmermann hier besprechen, weil wir uns sonst zu weit in die Gebiete des Maschienenbaues verirren würden.

§. 2.

Wir theilen die Gerüste in solche, die zur Darstellung der verschiedenen Gewölbe als Lehren gebraucht werden und welche daher auch Lehrgerüste heißen, und in solche, die den Arbeitern als Standort und zum Transport der Materialien dienen, und die wir unter dem Namen der Baugerüste zusammenfassen. Von jenen zuerst.

Wir wissen aus dem I. Theile dieses Werks, daß zur Darstellung der meisten Gewölbe Lehrgerüste nöthig sind, d. h. Zimmerungen, welche die Leibung der Gewölbe erhaben darstellen und über welchen das Gewölbe gleichsam wie ein Mantel, aufgeführt wird. Die convere Fläche dieser Gerüste, wird meistens aus Latten, Brettern oder stärkeren Hölzern gebildet, welche mit der Achse der Gewölbe parallel laufen und an einzelnen Punkten, deren Entfernung von einander sich nach der Schwere der Gewölbsteine, oder der Stärke der „Einschalung“ richtet, durch bogenförmig gestaltete Rippen gestützt werden. Es wird sich daher hauptsächlich um die Construction dieser Rippen handeln, so wie um die Anordnungen, welche den Stand derselben gegen einander und gegen die Are des Gewölbes sichern sollen. Letztere kann man, ähnlich wie bei den Dächern, den „Längenverband“ nennen, wie denn überhaupt die ganze in Rede stehende Construction sich sehr wohl mit einem Pfettendache vergleichen läßt. Die Rippen treten an die Stelle der Binder, und die Schalhölzer an die der Pfetten.

Bei der Construction der Rippen müssen wir solche unterscheiden, welche außer an ihren Endpunkten, in so kurzen Entfernungen feste Stützpunkte haben, daß keine künstlichen Verstärkungen der, zwischen diesen Stützpunkten angebrachten, Hölzer nöthig werden, von denen, die nur an ihren beiden Endpunkten, oder wenn auch zwischen diesen, doch im Ganzen nur einzelne feste Stützpunkte haben, so daß zwischen denselben künstliche Verstärkungen, Häng- oder Sprengwerke ꝛc. nöthig werden. Die ersteren nennen wir feste Lehrgerüste, die anderen gesprengte, bei denen man noch die ganz gesprengten von den theilweis gesprengten unterscheiden kann.

§. 3.

Zu den festen Lehrgerüsten müssen wir auch die sogenannten Gewölbscheiben, wie sie zur Einwölbung von Mauerbogen oder kleinern, leichten Gewölben gebraucht werden rechnen, denn wenn sie auch zuweilen nur an ihren Endpunkten unterstützt sind, so werden zwischen diesen doch keine künstlichen Verstärkungen angebracht. Auf welche einfache Weise dergleichen Gewölbscheiben angefertigt und aufgestellt werden, haben wir bereits bei den Steinconstructionen besprochen und auch auf Tafel 18, 36 und 37 des I. Theils dergleichen dargestellt, so daß wir auf diese einfachen Constructionen hier nicht wieder zurückzukommen brauchen. Ebenso ist im I. Theile die Zeichnung der verschiedenen Bogenlinien, nach welchen die Oberflächen der Rippen abgerundet werden müssen, weitläufig besprochen, so daß wir diese ebenfalls als gegeben oder bekannt ansehen können.

Im „Crelle'schen“ Journal für Baukunst, im I. Bande beschreibt „v. Lassaulx“ ein Lehrgerüst, welches in den mittleren Moselgegenden „seit undenklichen Zeiten“ üblich gewesen sein soll, wie folgt.

„Diese Bogen (Lehrbogen) bestehen aus einer rohen, kaum etwas bewaldkanteten Schwelle von 5—8 Zoll Dicke, je nach der Größe des Richtbogens, in welche Löcher von 1—2 Zoll weit und 3—4 Zoll tief gebohrt, darin Stäbe von 2—3 Zoll Dicke, 1—1 ½ Fuß von einander entfernt, mit dem zugespitzten Ende nach der Richtung der Radien eingeschlagen, und die oberen Enden nach der Form des Bogens abgeschnitten werden, über welche nun gewöhnlich tannene Latten von ¾ Zoll dick und 1 ½ Zoll breit gebogen, auf den Stößen überschnitten (überblattet) und auf jedem Stabe mit einem leichten Nagel befestigt werden, Fig. 8 **Taf. 89.** (Man weicht die Latten vorher 12—24 Stunden lang in Wasser ein, um sie biegsamer zu machen). Die auf diese Weise erhaltenen Lehrbogen werden 2 Fuß von Mitte zu Mitte von einander entfernt aufgestellt, mit den zur Verschalung der Schieferdächer gebräuchlichen, ¾ Zoll starken, 8 Zoll breiten, 9 Fuß langen tannenen Brettern beschalt, und auf dieser Schalung Gewölbe von 1—2 Fuß dick aus Bruchsteinen ausgeführt. Bei größeren Gewölben scheint es jedoch besser, auf den Schwellen eine Art Dachgespärre, mit zwei oder mehreren Streben zu errichten und die Stäbe in die Sparren zu bohren, wie dies aus Fig. 6 **Taf. 89** zu ersehen ist. Die Stäbe werden auf diese Weise kürzer, können daher aus gewöhnlichem Spaltholze gefertigt, und die Schwellen ebenfalls aus leichtem 4—5 zölligem Sparrenholze gemacht werden, weil sie in drei Punkten, nämlich an beiden Seiten und in der Mitte, durch untergestellte Pfosten Unterstützung erhalten. Unter der Mitte bringt man ein Paar Keile an, welche den bedeutenden Nutzen haben, daß, wenn sie gleich nach dem Schlusse des Gewölbes gelöst werden, nun gerade an dieser Stelle der Lehrbogen sich am stärksten, an den Widerlagern aber fast gar nicht senkt, mithin die Senkung des neuen Gewölbes gerade so erfolgt, wie es sein muß.“

Fig. 7 **Taf. 89** zeigt einen solchen halbkreisförmigen Lehrbogen von 36 Fuß Spannweite. Alle Maaße sind preußische.

Das hier befolgte System ist auch neuerdings bei bedeutend großen Lehrbögen mit Erfolg zur Anwendung gekommen, indem von mehreren Punkten aus, radienförmige Stützen nach den die Krümmung des Bogens bildenden Hölzern geführt sind. Wir möchten dieses System, welches sich schon dadurch auszeichnet, daß die hauptsächlich

stützenden Hölzer mit ihrer rückwirkenden Festigkeit in Anspruch genommen werden, das Fächersystem nennen.

Nach diesem System ist unter anderm das Lehrgerüst der Nydeckbrücke in Bern ausgeführt, und es ist dasselbe in dem schon öfter genannten „Romberg'schen" Werke nachzusehen.

Eine ganz ähnliche Anordnung, nur kühner und mit weniger Holzaufwand, zeigt das Lehrgerüst der Grosvenorbrücke über den Dee in Chester. Eine Beschreibung dieser Brücke, deren einziger Bogen 200 Fuß Spannweite bei 42 Fuß Pfeilhöhe hat, findet sich im Notizblatte des Berliner Architekten-Vereins, Jahrgang 1838 Seite 38. Doch ist die theilweise Zeichnung des Lehrgerüstes in so kleinem Maaßstabe ausgeführt, daß man daraus weiter nichts entnehmen kann, als das System der Anordnung, welches eben das Fächersystem ist.

§. 4.

Fig. 1 — 5 **Taf. 89** zeigen das ebenfalls „feste" Lehrgerüst des mittleren Bogens der Enzbrücke bei Besigheim in Württemberg*), bei welcher die einzelnen Rippen auf eingerammten Pfahlreihen ruhen und deren Kurven durch vertikale Stützen getragen werden. Die Kurven bestehen aus Tannenholz und liegen dreifach übereinander; die vertikalen Stützen sind doppelt und umfassen die Kurven zangenartig. Letztere stehen auf einem doppelten Keilpaare (vergl. Fig. 4 und 5) welches durch zwei andere Keile gegen die beiden Riegel x x gespannt wird. Beim Aufstellen der Bogengerüste wurden, nach dem das Kronholz **a** Fig. 1 der Pfahlreihe lag**), erst die rechtwinklig über diesen liegenden Langhölzer f an ihre Stellen gebracht, so dann die horizontalen Keile g, tüchtig mit Seife eingerieben, gelegt und auf ihnen die vertikalen Stützen mit ihren Verbindungszangen aufgestellt rc. Sobald das ganze Bogengerüst aufgestellt war, wurden die Kurven mittelst der horizontalen Keile g, g geregelt und diese Keile dann gegen das Verschieben gesichert, indem man zwischen die Längenhölzer f zwei kurze Riegel x x legte und gegen diese, von oben herab, die vertikalen Keile h h antrieb. Beim Niederlassen der Bogengerüste wurden zuerst die vertikalen Keile **h h** losgeschlagen, sodann die Riegel x x fortgenommen und endlich die horizontalen Keile g g auf allen Punken des Gerüstes zugleich gelöst, wodurch mit leichter Mühe eine vollkommen stetige und gleichförmige Senkung erreicht wurde. Die Kronhölzer a, die wie Sattelhölzer gestalteten Unterlagen C, die Stützen d zunächst an den Pfeilern und die verschiedenen Keilvorrichtungen bestanden aus Eichen- alles übrige aus Tannenholz.

Auf die Kurven der Rippen, welche 5½ Fuß von Mitte zu Mitte von einander entfernt aufgestellt waren, wurden die Schalhölzer bei der Wölbung nach Erforderniß aufgelegt, und zwar so, daß auf jede Steinschicht ein Holz traf, wobei aber die Lagerfugen der Wölbsteine von unten zugänglich blieben.

§. 5.

Das derselben Brücke zugehörige, in Fig. 1—3 **Taf. 90** dargestellte Lehrgerüst zeigt ein theilweis gesprengtes, weil in einem der Landbogen, während des Baues, der Schifffahrt ein Durchgang offen erhalten werden mußte. Die Kurven bestehen hier nur aus zwei Lagen Hölzer, weil die Spannweite geringer ist, und der mittlere Theil derselben wird durch ein Sprengwerk gestützt, welches auf doppelten Pfahlreihen ruht. Die Construction der festen Theile des Gerüstes ist der früher beschriebenen ganz gleich. Auch die Keilvorrichtung für das spätere Niederlassen des Sprengwerks, ist der für den mittleren Bogen beschriebenen ganz ähnlich angeordnet. Die eichene Schwelle b Figur 1 welche die Sprengwerke aufnimmt, wurde nämlich durch die im Grundrisse Fig. 3 angezeigten Keile f gegen den Fuß der benachbarten senkrechten Bogenstütze gestemmt, um später durch ein Lösen dieser Keile das Zurückweichen der Füße des Sprengwerks und dadurch ein Senken desselben einleiten zu können. Die Construction wird übrigens durch die Figuren, von denen Fig. 1 den Querschnitt oder die Ansicht des Bogens, Fig. 3 die Horizontalprojection und Fig. 2 den Längenschnitt giebt, hinlänglich erläutert. Fig. 4 und 5 **Taf. 90** zeigen Grund- und Aufriß der ganzen Brücke skizzirt.

§. 6.

Taf. 91 stellt ein ganz gesprengtes Lehrgerüst einer Brücke dar, wie solche von den Franzosen häufig angewendet werden. Die Spannweite beträgt nur einige vierzig Fuß, und die Construction des Gerüstes geht aus den gezeichneten Figuren so deutlich hervor, daß eine weitere Beschreibung überflüssig erscheint. Das Sprengwerk stützt sich gegen die vertikalen Pfosten **D** Fig. 1, welchen die unteren Gewölbtheile selbst als Widerlager dienen. Diese Pfosten stehen auf Schwellen **B** Fig. 1 und 3 welche unmittelbar auf Keilen **A** ruhen, die auf einem Absatze der Widerlagsmauer aufliegen. Mittelst dieser Keile können zunächst die einzelnen Rippen in ihre richtige Lage gebracht, und nach dem Schluß des Gewölbes leicht, und ohne Stöße zu verursachen, wieder gesenkt werden. Die äußere kreisförmige Begrenzung der Rippen wird durch krummbearbeitete Hölzer gebildet, welche auf den geraden Streben des Sprengwerks ihr Lager finden.

Größere gesprengte Lehrgerüste zu geben, glauben wir umgehen zu können, weil sie im Ganzen nicht viel taugen und die festen Lehrgerüste von den Ingenieuren weit vorgezogen werden. Dann kommen sie auch nur bei dem Bau großer Brücken vor, und da wir hauptsächlich nur die Constructionen des Hochbauwesens zu besprechen haben, bei diesem dergleichen Lehrgerüste aber wohl nie vorkommen dürften, so können wir die Lehrgerüste überhaupt verlassen und uns den Baugerüsten zu wenden, die unser Interesse mehr in Anspruch nehmen.

§. 7.

Die ganz gewöhnlichen, niedrigen und leichten Gerüste, die aus einfach construirten sogenannten „Böcken" und darüber gelegten Dielen gebildet werden, und oft aus zwei und mehreren übereinander gestellten Stockwerken bestehen, können wir übergehen. Ebenso die sogenannten „Weißputzergerüste" weil auch diese in ihrer Construction so einfach oder bekannt sind, daß sie kaum einer Erwähnung verdienen.

*) Förster's allg. Bauzeitung 1839. S. 160.

**) In den Fig. 4 und 5 ist dies Kronholz aus Versehen mit e bezeichnet.

Eine solche nehmen aber zunächst diejenigen Gerüste in Anspruch, welche zum Aufbringen großer Lasten in oft bedeutende Höhen bestimmt sind, und von diesen wollen wir zunächst einige kennen lernen. Im Allgemeinen müssen wir hier bemerken, daß die Construction solcher Gerüste von der Art der verwendeten Baumaterialien abhängig ist. So werden, namentlich in Lübeck, wo fast ausschließlich Backsteine zu den Mauern verwendet werden, die Baugerüste fast nur aus Latten construirt, und sehen, gegenüber solchen Gerüsten, wie sie z. B. hier wo fast nur Sandsteine und Quadern von bedeutenden Abmessungen das Baumaterial bilden, gebräuchlich sind, gar gebrechlich aus, obgleich sie ihren Zweck vollkommen erfüllen. Bei jenen werden die Backsteine von den einzelnen Arbeitern auf die Gerüste getragen, und diese sind daher keinen größeren Erschütterungen und Schwankungen ausgesetzt, als die ein einzelner belasteter Mann hervorbringt. Ganz anders ist es aber bei den z. B. hier in Stuttgart üblichen Baugerüsten. Schon die gewöhnlichen Mauersteine werden von zwei Mann auf einer Trage („Bahre") getragen und größere Steine, z. B. Fenstergewände ꝛc. oft von 6 und 8 Mann, die taktmäßig das Gerüst erschüttern. Da wo nur Backsteine zu befördern sind, wird das Gerüst nur durch Leitern zugänglich gemacht, weil diese weniger Platz erfordern und auch die Arbeiter erfahrungsmäßig lieber eine Leiter als eine schiefe Ebene ersteigen. Sollen aber größere Quader auf das Gerüst getragen werden, so müssen schiefe Ebenen hinaufführen und zwar breit genug, so daß vier Mann neben einander darauf Platz haben.

Bei Backsteinbauten und geübten Arbeitern bedarf man nur auf einer Seite der aufzuführenden Mauer ein Gerüst, weil bei dergleichen Mauern, wenn sie nicht stärker sind, als daß man noch darüber hinreichen kann, so daß also der Maurer auch an der von ihm abgewendeten Seite der Mauer die Steine „flucht- und lothrecht" verlegen oder, wie man dies Verfahren technisch bezeichnet, „über die Hand mauern" kann, ein zweites Gerüst entbehrlich wird. Man bringt alsdann auf der dem Innern der Gebäude zugekehrten Seite der Mauern die Gerüste an, wodurch man noch den Vortheil erlangt, enge Straßen durch die Gerüste nicht zu versperren. Zuerst wird ohne Gerüst bis so weit über die Fensterbrüstungen gemauert, als dies ohne Beschwerde ausführbar ist; alsdann stellt man eine Reihe „Böcke", etwa 5—6 Fuß hinter der Mauer mit dieser parallel auf und legt kurze Hölzer, sogenannte „Netzriegel", von den Böcken nach den Fensterbrüstungen, wo sie, nöthigen Falls, durch einige, trocken verlegte, Backsteine oder Holzklötze „unterbauet" werden. Die Netzriegel werden mit Dielen belegt und so ein Gerüst gebildet, auf welchem weiter gemauert werden kann, und zwar oft bis zur sogenannten „Gleiche", d. h. bis zu der Schicht der Mauer, auf welche die Mauerlatten mit der Balkenlage gelegt werden und die daher horizontal abgeebnet oder „abgeglichen" wird. Kann man diese Höhe von dem Bockgerüste aus nicht erreichen, so wird auf demselben häufig noch ein „Fußgerüst" errichtet, d. h. man legt aus trocknen Backsteinen, dicht an der Mauer, kleine Pfeiler zusammen und legt auf diese wieder Gerüstdielen. Ist die Mauer noch höher, so stellt man auf das erste Bockgerüst ein zweites, wobei man dann nur darauf zu achten hat, daß die Böcke des oberen Gerüstes gerade über die des ersten zu stehen kommen und nicht über die Zwischenräume. Hat man so die Höhe der Balkenlage erreicht, so wird diese gelegt und von ihr aus gerade so verfahren, wie dies eben beschrieben wurde, so daß man selbst ein vielstockiges Gebäude von Backsteinen aufmauern kann, ohne anderer als der Bock- und Fußgerüste zu bedürfen.

§. 8.

Anders ist es aber bei einem Gebäude aus großen Bruch- oder Quadersteinen, die nicht „über die Hand" vermauert werden können. Hier werden in einem angemessenen Abstande von den Fronten des Gebäudes sogenannte „Standbäume" errichtet, starke (7 9 Zoll am unteren Ende) runde Hölzer so lang, daß sie noch das oberste Gerüst tragen können. Diese Standbäume werden 4—5 Fuß tief in den Boden eingegraben und mit Dielstücken und Steinen ꝛc. fest umschlossen, so daß sie einen möglichst festen Stand bekommen, der außerdem noch durch schräg eingegrabene Hölzer, welche als Büge oder Streben wirken, gesichert wird.

An den Standbäumen werden nun, in den für den Stand der Arbeiter passenden Höhen, „Streichhölzer", d. h. horizontale, mit der Front der aufzuführenden Mauer parallele, Balken befestigt. Dies geschieht am zweckmäßigsten durch eiserne Gerüstträger, wie sie in den Fig. 4—7 **Taf. 96** abgebildet sind. Die konsolartig gestalteten Träger D greifen an ihrem oberen Theile mit einer einfachen, am unteren Ende dagegen mit einer gespaltenen Spitze in den Standbaum ein (vergl. Fig. 4 und 6) und werden in dieser Lage durch eine Kette befestigt, welche sich um den Standbaum schlingt und durch eine, beinahe halbmondförmig gestaltete, Krampe C gehalten wird. Auch diese Krampe hat oberhalb eine einfache, und unterhalb eine gespaltene Spitze, um in den Standbaum eingetrieben zu werden. Die Kette besteht aus zwei Theilen; der eine derselben ist mit einem Ende an der Krampe befestigt und kann mit dem andern über einen Haken an dem vertikalen Theile des Trägers gehängt werden (vergl. Fig. 4 und 5). Der zweite Kettentheil ist am Träger befestigt und wird über einen Haken an der Krampe gehängt (Fig. 6). Dieser Kettentheil ist der längere, wie dies die Figuren zeigen, und durch seine Verlängerung oder Verkürzung wird die richtige Lage der Träger regulirt. Die auf solche Weise befestigten Gerüstträger tragen die größten Lasten, doch müssen sie aus gutem weichem Eisen geschmiedet werden, weil sie durch das häufige Eintreiben und Herausschlagen bedeutend angegriffen werden, dies gilt besonders von der Krampe C.

Wie dies die Figuren zeigen, liegen auf den Gerüstträgern die Streichbalken; auf dieselben werden, in einer der Tragkraft der darauf zu legenden Dielen angepaßten Entfernung von einander, die Netzriegel gelegt, welche mit ihrem andern Ende in der aufzuführenden Mauer in ausgespaarten „Gerüstlöchern" ruhen. Da man bei dem in Rede stehenden Material auf beiden Seiten der Mauern Gerüste braucht, so reichen die Netzriegel durch die Mauern hindurch und auf der anderen Seite noch so weit über dieselbe hinaus, daß sie hier als Gerüstbalken dienen können. An dem äußersten Ende werden die Netzriegel dann häufig noch durch eine Art Pfette und darunter gesetzte Pfosten unterstützt; jedoch die zuletzt ge-

nannten Hölzer nur durch Gerüstklammern und Stricke mit einander verbunden.

Wie durch die besondere Einrichtung der Gerüstträger, das beschriebene Gerüst sehr leicht in seiner Höhenlage verändert werden kann, bedarf keiner weiteren Beschreibung.

§. 9.

Wir haben zu den eben beschriebenen, gewöhnlichen Baugerüsten keine besondern Zeichnungen gegeben, weil sie zum Theil so bekannt und einfach sind, daß wir glaubten, die Zeichnungen entbehren zu können, zumal weil in dieser Hinsicht an verschiedenen Orten auch verschiedene Gewohnheiten herrschen, denen man, ohne triftige Gründe wenigstens, nicht entgegentreten darf. Wir wollen nun noch einige Einrichtungen besprechen, die zum Transport und Versetzen der Materialien dienen.

Auf **Taf. 92** ist ein sogenannter Richtebaum dargestellt, wie er von den Zimmerleuten zum „Aufziehen" großer und schwerer Verbandstücke benutzt wird.

Der abgebildete Apparat bildet eine Art Krahn und kann nicht nur zum Aufziehen der Hölzer, sondern auch anderer nicht zu großer Lasten benutzt werden. Er befindet sich innerhalb eines besonderen Gerüstes, um bei einem in seinen Mauern bereits fertigen Gebäude unabhängig von diesen aufgestellt werden zu können, wodurch er sich von den gewöhnlichen Einrichtungen der Zimmerleute, die wir als bekannt annehmen können, unterscheidet.

Fig. 1 ist eine Vorderansicht; Fig. 2 eine Seitenansicht; Fig. 3 die untere Schwellenlage und die Fig. 4—7 zeigen die Grundrisse in den verschiedenen Stockwerken der Reihe nach, so daß Fig. 7 eine Ansicht von oben des mit **IK** in Fig. 2 bezeichneten obersten Stockwerks darstellt.

Das Gerüst besteht aus Schwellen, Pfosten, Bügen oder Strebebändern, Pfetten und Balken, und steht auf untergelegten großen Steinen. Die unteren Schwellen sind verlängert, um durch in sie verzapfte Streben oder Büge das Schwanken nach der Seite zu verhüten. In der Mitte vor dem Gerüste und dem Richtbaume ist ein Pfahl **A** eingeschlagen, welcher das Ausweichen nach vorn verhindert. Auf einer besonderen Schwelle (im untersten Stockwerke) steht der untere Theil des Richtbaums, der bis in das dritte Stockwerk reicht und mit der Pfette des ersten Stockwerks verbolzt ist. Er wird außerdem noch durch die beiden, auf der verlängerten äußeren, unteren Schwelle, stehenden Streben, die mit ihm und den Eckpfosten des Gerüstes verbolzt sind, gehalten. Eine nochmalige Verstrebung erhält er durch die Büge des zweiten Stockwerks des Gerüstes (vergl. Fig. 1). Hinter diesem untern Theile des Richtbaumes steht, auf einer besondern starken Schwelle **a** im zweiten Stockwerke, der obere Theil oder der eigentliche Richtbaum, welcher mit dem unteren zusammengebolzt ist. Die in den beiden oberen Stockwerken (Fig. 6 und 7) schräg gelegten Hölzern halten ihn gegen ein Ausweichen nach dem Gebäude zu. Dieser Baum ist oben abgerundet und mit einem runden Zapfen versehen. Auf diesem Zapfen dreht sich ein starker Kloß, der in Fig. 1 zu oberst in der Vorderansicht erscheint. An den Seiten dieses Klotzes sind starke vertikale Bohlen angezapft, die oben über ihn hinausragen und nach unten so weit verlängert sind als der abgerundete Theil des Baumes reicht; hier sind sie durch zwei Querhölzer, die den Baum umfassen, zusammengebolzt. Der Kloß, die Bohlen und die zuletzt genannten Querhölzer bilden so gewissermaßen einen um den Baum drehbaren Kasten. Auf dem Klotze ruht der „Ausleger" oder Krahnbalken, der mit den oberen Enden der Bohlen durch einen Bolzen verbunden, und mit zwei festen Rollen zur Leitung des Taues des Flaschenzugs versehen ist. Um den Ausleger in seiner Lage zu erhalten, gehen auf jeder Seite zwei eiserne Streben von ihm zu den Bohlen, wie dies Fig. 2 zeigt.

An die Bohlen sind unterhalb zwei starke eiserne Oesen c Fig. 2 befestigt, durch welche ein Hebel d gesteckt wird, vermittelst dessen man im Stande ist, die Bohlen und mit diesen den Ausleger zu drehen, um die gehobene Last „hereinholen" und auf das Gerüst niederlegen zu können. Bei Balken und anderen langen Hölzern geschieht dies auf einer Walze b Fig. 1 und 7, so daß sie leicht hereingezogen werden können. Das Tau des Flaschenzugs geht von der hinteren Rolle des Auslegers bis auf den Erdboden hinab, wo entweder im Innern des Gerüsts eine Winde aufgestellt, oder eine feste Rolle (ein sogenannter „Frosch") angebracht ist, welche das Tau bis zu der Stelle leitet, wo die bewegende Kraft angebracht ist.

Die Aufstellung der zum Aufwinden angestellten Arbeiter geschieht immer am besten außerhalb des Gerüstes, um sie vor Gefahr sicher zu stellen.

§. 10.

Taf. 93 Fig. 3 zeigt ein bewegliches Gerüst, was bei dem Bau der von „Schinkel" entworfenen neuen Garnisonskirche in Potsdam zum Aufstellen der Säulen und zum Aufbringen der großen Architravstücke benützt wurde*).

Man streckte quer vor dem Portikus die Doppeschwellen **A, A** Fig. 3 **Taf. 93**, legte darauf die vierzölligen, eisernen Walzen **x, x** und stellte dann auf diese Walzen das 50 Fuß pr. hoch abgebundene Gerüst **B**, so daß die Schwellen desselben unmittelbar auf den eisernen Walzen lagen. Dieses Gerüst **B** konnte man daher leicht vor jede Säule und vor jeden Zwischenraum rücken. Zwischen den Säulen war in mehreren Abtheilungen das feststehende Gerüst **C** aufgestellt, und auf demselben rollte sich das Gerüst **D** auf neunzölligen hölzernen Walzen **y**. Von dem Gerüst **D** nach **B** hinüber waren starke Balken gestreckt und mit den Gerüsten noch durch angebolzte Streben verbunden. Auf diesen Balken rollte der „Wagen" **E** auf achtzölligen Walzen, mit welchem die Werkstücke, nachdem sie zwischen den Gerüsten aufgewunden waren, genau über die für sie bestimmte Stelle hingerollt und niedergelassen werden konnten.

Fig. 1 und 2 **Taf. 93** zeigen ein aus dem „Emy'schen" Werke entnommenes gleichfalls bewegliches Gerüst, was etwa zum Putzen und Malen eines großen Saales mit gewölbter Decke, vortheilhaft verwendet werden kann, wenn der Saal sehr lang ist. Die Figuren geben die Construction so deutlich, daß eine Beschreibung unnöthig erscheint; und wir wollen dazu nur noch bemerken, daß man unter die eisernen, zur Bewegung des Gerüsts bestimmten Räder, Laufdielen legen muß, auf denen Leisten befestigt sein müssen, welche die Räder leiten, um ein Schieflaufen und

---

*) „Notizblatt des Arch.-Vereins in Berlin 1835." S. 39.

dadurch herbeigeführtes Anstreifen an den Saalwänden zu vermeiden.

§. 11.

Die **Taf. 94, 95** und **96** stellen die Gerüste und deren Theile, besonders auch die dazu gehörigen und schon im I. Theile Seite 23 erwähnte Hebegeschirre dar, wie sie hier in Stuttgart in letzter Zeit zum Versetzen großer Quadern ꝛc. mehrfach angewendet worden sind.

Gewöhnlich wird zu beiden Seiten der Mauer, oder bei nicht gar zu tiefen Gebäuden (bis zu 40′), vor jeder langen Front derselben, eine Reihe Standbäume errichtet, so hoch, daß sie noch 5 bis 6 Fuß über die höchsten zu versetzenden Quadersteine ꝛc. hinausragen. Diese Standbäume, die einen unteren Durchmesser bis zu 10 und 12 Zoll haben können, werden in Entfernungen von 10—15 Fuß, besonders sorgfältig eingegraben und durch dagegen gestellte schräge Stützen ꝛc. in ihrer vertikalen Stellung gesichert. Oben auf dieselben werden kurze starke Sattelhölzer, etwa zwei Fuß lang, aufgezapft und durch eiserne Klammern mit den Standbäumen verbunden. Diese Sattelhölzer erscheinen in Fig. 1 **Taf. 94** unter den mit c bezeichneten Holmen, oder „Schappelhölzern" im Durchschnitt, und in Fig 3 ders. Tafel in der Ansicht unmittelbar über den Standbäumen. Sie sind dazu bestimmt, die ungleiche Höhe der eingegrabenen Standbäume auszugleichen und Gelegenheit zu geben, die darüber liegenden Holme bequemer stoßen zu können (vergl. Fig. 4 **Taf. 95**).

Auf den durch die Standbäume getragenen Lang- oder Schappelhölzern wird der sogenannte Schlitten angebracht. Derselbe besteht aus zwei starken, meist verzahnten oder verdübelten Balken, die in paralleler Lage, mit einem Zwischenraume von 3—3,5 Fuß, rechtwinklig über die Schappelhölzer gestreckt werden. Sie ruhen mittelst Walzen, d Fig. 1, 2 und 3 **Taf. 94**, welche an einem Schwellengerüste befestigt sind, das an den Enden des Schlittens angebracht ist, auf den Schappelhölzern der Standbäume. Diese Schwellen tragen zugleich ein kleines Gerüst, was zuweilen, wie links in Fig. 1 und in Fig. 3 gezeichnet, mit einem Dache versehen wird, um die Arbeiter gegen Regen zu schützen. Auf einer der Achsen (b Fig. 1) der Walzen d an jeder Seite des Schlittens, welche mit ihrer Walze fest verbunden, und daher an dieser Stelle viereckig gestaltet ist, sitzt je ein Tretrad **A** Fig. 1, 2 und 3, welche durch die Füße der Arbeiter in drehende Bewegung gesetzt, den Schlitten, rechtwinklig auf seine Länge, nach beiden Seiten hin bewegen können. Zwei vertikale Walzen **c, c** Fig. 1 und 3, deren Achsen durch eiserne Bänder mit den Schwellen des Gerüsts verbunden sind, verhüten ein Schieflaufen des Schlittens und mindern die Reibung. Auf dem Schlitten steht die eiserne Windevorrichtung ebenfalls auf Walzen oder kleinen eisernen Rädern, die auf eisernen oder auch hölzernen Flachschienen laufen, welche auf den Balken des Schlittens durch Schrauben mit versenkten Köpfen befestigt sind, und seitwärts hölzerne Leitschienen haben, um die Räder in ihrer Bahn zu erhalten. An den Enden des Schlittens sind endlich sogenannte „Hornhaspel" **BB** angebracht, über deren Wellen Taue gehen, welche mit dem freien Ende an der Windevorrichtung befestigt sind, wie dies aus Fig. 2 deutlich hervorgeht. Zu beiden Seiten des Schlittens sind mittelst angeschraubter hölzerner Konsolen schmale, mit einem Handgeländer versehene, Laufgerüste für die an der Windevorrichtung beschäftigten Arbeiter angebracht.

Der an dem Tau der Windevorrichtung hängende, und daher in vertikaler Richtung bewegliche Quader ꝛc. kann auf dem Schlitten durch die Haspel **B, B** horizontal vor- und zurück, und mittelst des Schlittens selbst und mit Hülfe der Treträder **A, A** auch seitwärts bewegt werden, so daß er mit Leichtigkeit über jede von dem Gerüst beherrschte Stelle gebracht und an dem Tau niedergelassen werden kann.

Diese hier beschriebene Vorrichtung dürfte aus den Fig. 1, 2 und 3 auf **Taf 94**, in welchen gleiche Gegenstände auch mit gleichen Buchstaben bezeichnet sind, deutlich hervorgehen; daher nur noch einige Worte über die Details.

Fig. 4 α zeigt das Tretrad **A** in einer vorderen Ansicht mit seiner eisernen Achse **b** und den Zapfenlagern **a** für dieselbe. Diese, meistens von Weißbuchenholz gefertigten Zapfenlager sind in Fig. 4 δ noch besonders gezeichnet, sowie Fig. 4 ε die eiserne Achse b einzeln darstellt. Fig. 4 β und γ zeigen das Tretrad in einer Seitenansicht und im Durchschnitt, woraus hervorgeht, daß dasselbe aus zwei Felgenlagen, ganz so wie ein Mühlrad angefertigt ist. Fig. 5 α und β zeigen das an den Seiten der Schlittenbalken befindliche Laufgerüst. Fig. α in einem Querschnitt, wobei der verzahnte Schlittenbalken mit den Lauf- und Leitschienen für die Windevorrichtung, ebenfalls im Durchschnitt erscheinen; auch geht die Construction der hölzernen Konsolen zum Tragen des Laufgerüsts deutlich aus dieser Figur hervor. Fig. 5 β gibt eine obere Ansicht von Fig. 5 α.

Die Stärke der Balken für den Schlitten muß so berechnet werden, daß sie ohne ihr gleichförmig vertheiltes eigenes Gewicht, die Windevorrichtung und den schwersten zu versetzenden Quader in der Mitte ihrer Länge, als dem schwächsten Punkte, tragen können. Mit den auf unserer Tafel abgebildeten, wurden Steine bis zum Gewicht von 100 Centnern versetzt.

Ueber die Windevorrichtung selbst später noch einige Worte.

§. 12.

Bei großen und tiefen Gebäuden hat man den Schlitten auch so eingerichtet, daß er statt in paralleler Lage hin- und hergeschoben zu werden, an einem Endpunkte um eine vertikale Achse drehbar befestigt, mit dem andern einen horizontalliegenden Kreis beschreibt; wodurch unter andern auch der Vortheil erreicht wird, daß man nur an einem Ende des Schlittens eine Vorrichtung zur Fortbewegung desselben gebraucht, welche außerdem leichter zu handhaben ist, als die beiden Treträder in der im vorigen Paragraphen beschriebenen Vorrichtung, weil diese immer taktmäßig und mit gleicher Geschwindigkeit gedreht werden müssen, wenn man gefährliche Schwankungen vermeiden will.

Die Standbäume können bei einer solchen Einrichtung nicht in gerader Linie, sondern müssen in der Peripherie eines Kreises eingegraben werden. Der Mittelpunkt dieses Kreises, in welchem der Drehpunkt für den Schlitten hergestellt werden muß, ist so zu wählen, daß er während des Baues möglichst lange frei erhalten werden kann, und

in keinem Falle darf er auf eine Mauer fallen. Man wird daher den Grundriß des Gebäudes aufzeichnen und in diesem den Mittelpunkt bestimmen müssen. Nur bei runden oder quadratförmigen Grundrissen wird man mit einem Kreise auskommen können; bei anderen Formen aber durch mehrere sich schneidende Kreise, von denen jeder aber seinen eigenen Schlitten haben muß, leichter alle nothwendigen Punkte des Grundrisses mit dem Gerüste erreichen können.

Fig. 7 **Taf. 95** zeigt beispielsweise den Grundriß des hier vor einigen Jahren erbaueten kronprinzlichen Palastes mit der Gerüstanordnung. Nach der getroffenen Anordnung kann nur ein geringer Theil der Hinterfront des Gebäudes von den Schlitten nicht überfahren werden. Bei diesem kamen indessen auch nur wenige große Steine zur Verwendung, welche außerdem durch das mittlere Hebeschirr immer leicht auf die nöthige Höhe gehoben werden konnten, so daß sie auf dem Arbeitsgerüste mittelst Walzen leicht an Ort und Stelle zu schaffen waren.

Die Standbäume mit ihren Sattelhölzern und den darüber zu streckenden horizontalen Schappelhölzern erleiden gegen die früher beschriebene Anordnung keine Veränderung, als daß die letzteren jetzt ein Polygon von recht vielen Seiten bilden müssen, um sich der Kreisform so viel als thunlich zu nähern; und da über jedem Standbaume ein Eck des Polygons sich bildet, so folgt, daß die Entfernung derselben von einander zu dem Halbmesser des Kreises in einem gewissen Verhältniß stehen müssen.

Jeder Drehpunkt wurde durch drei schräg eingegrabene Standbäume gebildet, welche im Grundrisse mit den Winkelspitzen eines gleichseitigen Dreiecks zusammen fielen. Oben wurde auf diesen Standbäumen, durch neben und auf einander gedübelte und verbolzte Balkenstücke, eine Plattform von 5 – 6 Fuß Länge und Breite gebildet und in der Mitte derselben ein starker eiserner Bolzen durchgezogen, dessen oberer konisch geformter Theil die Drehachse für den Schlitten bildete, Fig. 1 **Taf. 94** zeigt ihn im Durchschnitt. Die drei Standbäume waren oberhalb durch umgeschlagene starke Ketten außerdem zu einer festen und stabilen Pyramide verbunden.

Der Schlitten besteht auch hier aus zwei parallelen verstärkten Balken. Am Drehpunkte sind dieselben, wie Fig. 1 zeigt, auf eine kurze Querschwelle gebolzt und durch Fußbüge noch mehr mit derselben verbunden. In dieser Querschwelle befindet sich das Loch zur Aufnahme des eben erwähnten Drehzapfens, und in der Unterfläche ist eine eiserne Schiene eingelassen, um die Reibung auf der Plattform etwas zu vermindern. Außerdem sind die beiden Balken des Schlittens vor und hinter der Querschwelle noch durch ein Paar Riegel, welche mit schwalbenschwanzförmigen Blättern eingelassen und verbolzt sind, verbunden (vergl. Fig. 5, eine Ansicht von oben).

Am andern, äußeren Ende des Schlittens sind zwei etwas längere starke Querschwellen mit den Tragbalken desselben auf ganz ähnliche Weise, wie am Drehpunkte, verbunden und durch zwei kürzere Stücke zu einem viereckigen Schwellrost gestaltet. Die beiden längeren Querschwellen nehmen an ihrer Unterfläche die Zapfenlager für drei hölzerne Walzen auf, die auf den Schappelhölzern der Standbäume laufen.

An einer Achse dieser Walzen, die mit ihrer Walze fest verbunden ist, befindet sich das, in diesem Falle aus Eisen gefertigte, Tretrad, durch welches die Bewegung des Schlittens bewirkt wird. Die Fig. 3 und 4 **Taf. 95** zeigen in der Horizontalprojection und in einer Vorderansicht die eben beschriebene Einrichtung deutlich.

Auf dem Schlitten läuft wieder dieselbe Windevorrichtung wie in der früher beschriebenen Anordnung, nur wird sie von den daran beschäftigten Arbeitern unmittelbar vor- und zurückgeschoben, so daß die früheren Haspel entbehrlich werden. Längs den Seiten des Schlittens ist das Laufgerüst in einer gegen die frühere Einrichtung etwas abweichenden Weise angeordnet, wie dies Fig. 2 in einem Querschnitte zeigt. Ebenso ist am äußeren Ende des Schlittens kein besonderes Gerüst für die Arbeiter angebracht, sondern dieselben stehen auf einem Laufgerüste, welches unmittelbar an den Standbäumen befestigt, rund um das ganze Gerüst läuft, Fig. 6 zeigt dasselbe in einem Querschnitte, woraus die Construction deutlich hervorgeht.

Die Manipulation mit dieser Anordnung wird, nach dem im vorigen Paragraphen Gesagten, keiner Erläuterung weiter bedürfen.

§. 13.

Taf. 96 zeigt in den Fig. 1, 2 und 3 die mehrfach erwähnte Windevorrichtung (hier „Krahnen" genannt), wie sie hierorts häufig im Gebrauch ist und sich bewährt hat. Sie ist im Stande, Lasten bis zu 100 Ctr. zu heben. Fig. 1 zeigt eine Seiten-, Fig. 3 eine Vorderansicht und Fig. 2 eine Ansicht von oben. Es ist eine gewöhnliche Winde, die durch Kurbeln bewegt und nach Erforderniß einfach, oder doppelt „vorgelegt" werden kann. Auf der Kurbelwelle befindet sich ein Sperrrad und ein Getriebe T, welches, bei der gezeichneten Lage, in das Stirnrad R greift; an der Achse dieses sitzt ein zweites Getriebe T', was in ein zweites Stirnrad R' eingreift, und auf der Achse dieses zweiten Rades befindet sich die Trommel W, auf welche sich das Windetau aufwickelt. Es ist also diese Trommel nach der Zeichnung in unseren Figuren „doppelt vorgelegt". Hierdurch wird bekanntlich an Kraft gewonnen, an Zeit aber verloren; man wird daher diese Anordnung nur bei den größten zu hebenden Lasten beibehalten. Sind geringere Lasten zu heben, so wird die Kurbelwelle (in Fig. 3) links gerückt; dann verläßt das Getriebe T das Rad R und greift in das Rad R' ein, so daß die Winde alsdann nur „einfach vorgelegt" erscheint.

Auf der Achse des Rades R befindet sich die „Bremsscheibe" P und ein darum gelegter „Bremsring" kann durch den Hebel A mehr oder weniger angezogen werden, so daß man durch denselben im Stande ist, das Abrollen des Taues, nach aufgehobenem „Sperrkegel" S, zu reguliren.

Die Anordnung der ganzen Windevorrichtung geht aus den Zeichnungen deutlich hervor, und wir bemerken daher nur noch, daß die Achsen der beiden Räder R und R' und die der Kurbelwelle in Fig. 1 in den Winkelspitzen eines gleichseitigen Dreiecks liegen, und daß ferner sowohl diese beiden Räder, als auch die beiden Getriebe T und T' ganz gleiche „Theilung" und die gleiche Anzahl Zähne haben müssen. Um Raum zu gewinnen ist die Horizontalprojection Fig. 2 etwas schmäler gezeichnet und deßhalb das äußere Breitenmaaß, welches 4,1' beträgt, hier und in Fig. 3 eingeschrieben.

§. 14.

Obgleich nicht zu den temporären Zimmerungen gehörend, die nur für kurze Zeit aufgeführt werden, müssen wir hier doch noch einer Art „Gerüste" erwähnen, die sich an keinem anderen Orte unterbringen ließen. Wir meinen die Glockengerüste oder Glockenstühle. Sie werden zwar häufig bei den Thurmdächern mit abgehandelt; wir haben die Glockenstühle dort aber absichtlich nicht erwähnt, um das Mißverständniß zu vermeiden, als gehörten diese Zimmerungen mit zu den Thurmdächern. Denn wenn auch die Glocken gewöhnlich in den oberen Stockwerken der Thürme, oder in den Dächern derselben aufgehängt werden, so stehen die Glockenstühle und Thurmdächer doch durchaus in keinem constructiven Zusammenhange und es ist vielmehr immer die Aufgabe, beide durchaus unabhängig von einander darzustellen.

Die Glockenstühle werden in neuerer Zeit zwar sehr häufig aus Eisen construirt, doch konnten wir die Darstellung derselben aus Holz füglich nicht ganz übergehen, und wollen daher das Nothwendigste darüber hier folgen lassen.

Soll ein Glockenstuhl construirt werden, so handelt es sich um die Darstellung eines Gerüstes, auf welchem die oft sehr großen und schweren Glocken nicht nur sicher aufgehängt, sondern auch geläutet, d. h. in eine starke Schwingung gesetzt werden können. Diese Schwingungen sind aber der Festigkeit des Gerüstes immer sehr gefährlich, besonders dadurch, daß sie, sobald irgendwo einmal ein Schwanken des Gerüstes angefangen hat, sie dieses progressiv vergrößern, wodurch dann sehr bald eine Zerstörung der ganzen Verbindung hervorgebracht wird.

Es ist daher nöthig, dergleichen Gerüste nur aus gehörig starkem und festem Holze, also aus recht kernigem gesundem Eichenholze zu construiren, und dabei den von uns schon früher aufgestellten Grundsatz, jede Verknüpfung von zwei Hölzern nur als ein Charnier anzusehen, immer vor Augen zu haben. Man wird daher suchen jeden solchen Knoten als die Winkelspitze eines Dreiecks darzustellen, um ihn zu einem „festen", und so die ganze Construction unverschieblich zu machen. Da ferner die Hölzer, senkrecht auf ihre Fasern, ihr Volumen durch das Austrocknen verringern, d. h. „schwinden", so dürfen nur ganz ausgetrocknete und ausgelaugte zu Glockenstühlen verarbeitet werden; und man wird außerdem noch darauf zu achten haben, daß nicht Hirnholz auf Aderholz gesetzt wird. Wo dies aber nicht zu vermeiden ist, muß man gleich anfänglich Fürsorge treffen, die durch das Austrocknen der Hölzer sich öffnenden Fugen später leicht wieder schließen und die dadurch locker gewordene Verknüpfung wieder befestigen zu können.

Die gewöhnlichen Vorrichtungen in dieser Beziehung sind Schraubenbolzen und schmiedeiserne Keile, welch' letztere man zwischen blechernen Futtern nachtreiben kann.

Das Innere des Glockenstuhls muß ferner von allen Verbandstücken möglichst frei bleiben, damit die Glocke ungehindert schwingen kann und nirgends anstößt. Kleinere Glocken werden zuweilen durch den Uebermuth der an den Zugseilen Angestellten zum „Ueberschlagen" gebracht; man muß daher, steht dies zu befürchten (was bei sehr großen Glocken nicht der Fall ist), den Stuhl so einrichten, daß die Glocke möglicher Weise einen ganzen Kreis beschreiben kann, ohne anzustoßen. Besonders wenn zwei oder mehrere Glocken in einem Stuhle über einander hängen, muß man darauf achten, daß sie sich nie berühren können. Die Fig. 10 und 11 **Taf. 97** α und β zeigen ein Paar Glockenstühle für sich gezeichnet, und man sieht, daß ein solcher aus Schwellen, Pfosten, Pfetten und Bügen zusammengestellt wird. Eine große Rolle spielen die Büge, und diese müssen immer mit starken Versatzungen in die Schwellen, Pfosten oder Pfetten eingesetzt und außerdem hier durch eiserne Zugbänder oder Schraubenbolzen noch besser befestigt werden.

Ist der Glockenstuhl in sich nun aber auch möglichst fest und unverschieblich verbunden, so werden doch, schon wegen der Elasticität des Materials, Schwingungen stattfinden, die durch das Läuten der Glocken hervorgerufen, sich dem ganzen Glockenstuhle mittheilen. Es ist daher nöthig, den letzteren so aufzustellen, daß diese nie ganz zu vermeidenden Schwingungen, dem Gebäude in welchem er steht, nicht gefährlich werden können. Es muß daher in dieser Beziehung Grundsatz bleiben, den Glockenstuhl möglichst frei aufzustellen, so daß die Verbandstücke desselben nirgends in unmittelbarer Verbindung mit den Mauern oder Wänden des Gebäudes stehen, sondern nur von diesen getragen werden. Da in den meisten Fällen es die Thürme sind, in denen die Glockenstühle aufgestellt werden sollen, Thürme aber am wenigsten die durch eine fehlerhafte Construction der letzteren hervorgerufenen Erschütterungen ertragen können, so wollen wir in einem Beispiele zeigen, wie man in einem bereits beschädigten Thurme ein großes Glockengerüst nach den oben besprochenen Grundsätzen aufgestellt hat, und wählen dazu das neue Glockenstuhlgerüst für den Thurm der St. Thomaskirche in Leipzig, welches von der k. preuß. Oberbaudeputation entworfen, und in dem Notizblatte des Architektenvereins zu Berlin, Jahrgang 1837. Seite 5 mitgetheilt und auf unserer **Taf. 97** dargestellt ist. Es heißt an dem angeführten Orte:

„Der gedachte Thurm enthielt mehrere fehlerhaft construirte Glockenstühle, welche auf das Gebäude einen so nachtheiligen Einfluß ausübten, daß im Jahre 1827 der Gebrauch der größeren Glocke eingestellt werden, und im Jahre 1833 die Erneuerung der Glockenstühle erfolgen mußte.

Der Fehler in der Construction der alten Glockenstühle bestand hauptsächlich darin, daß ihre Gebälke in den Mauern des Thurmes ruheten, und diesem die Schwingungen der Glocken in einem solchen Grade mittheilten, daß das ganze Gemäuer beträchtlich schwankte. Bei der Erneuerung kam es also darauf an, die Glockenstühle völlig getrennt von den Mauern auf ein fest verbundenes, möglichst tief in den Thurm herabreichendes Holzgerüste zu stellen, dessen Schwankungen dem Mauerwerke in keiner Weise nachtheilig würden.

Das untere Geschoß des Thurmes, dessen Kreuzgewölbe die zum Tragen des Gerüstes erforderliche Stärke nicht hatte, mußte als Vorhalle der Kirche beibehalten und selbst während der Bauzeit benutzt werden, es war daher nicht möglich, das Kreuzgewölbe durch ein stärkeres zu ersetzen, auch war die Anlage eines neuen Gewölbes über dem alten wegen einer neben dem Thurme liegenden Wendeltreppe mit Schwierigkeiten verbunden.

Zur Verankerung der aus Bruchsteinen aufgeführten

Mauern bestand in dem oberen Theile des Thurmes da, wo das Viereck desselben in ein Achteck übergeht (zwischen den Linien c d und e f Fig. 1 und 2 **Taf. 97**), ein kreuzweise gelegtes Gebälk, welches gleichfalls beibehalten werden mußte.

Zur Ausführung des Gerüstes und der Glockenstühle selbst, waren gehörig ausgelaugte, seit mehreren Jahren aufbewahrte eichene Hölzer vorhanden.

Mit Rücksicht auf diese Umstände wurde der auf **Taf. 97** dargestellte Entwurf ausgearbeitet und mit folgenden Erläuterungen zur Ausführung hingegeben:

In den Winkeln des Thurmes, nahe über dem Kreuzgewölbe der Vorhalle, werden nach diagonalen Richtungen kleine Spitzbogengewölbe in Absätzen über und vor einander, in ähnlicher Art, wie oberhalb in dem Thurme, wo das Viereck des Mauerwerkes in ein Achteck übergeht, herauszuwölben, mit einander gehörig zu verbinden und oberhalb abzugleichen sein. Die Widerlager dieser Gewölbe und die Verzahnung ihrer Uebermauerungen müssen, für jeden Absatz besonders, möglichst sorgfältig und nöthigen Falls mit dem Meißel so ausgearbeitet werden, daß kein Ausgleiten der Gewölbe und der Uebermauerungen nach den Seiten stattfinden kann. Hierbei wird man übrigens, da es auf Regelmäßigkeit in Rücksicht der Höhen der Gewölbeanfänge nicht wesentlich ankömmt, die großen, lagerhaften Steine des alten Mauerwerks möglichst schonen und zu Anlehnungspunkten benutzen können. Die Gewölbe, wie die Uebermauerungen, werden von gut gebrannten Ziegelsteinen mit engen Kalkfugen auszuführen, die sattelförmigen Schlußsteine der Spitzbogen aber von Werkstücken zu fertigen sein. Uebrigens müssen die Gewölbe und ihre Abgleichungen zuerst gefertigt werden, damit der Mörtel bis zur Zeit der Aufstellung des Gerüstes gehörig erhärten und das genaue Maaß der Höhe des Gerüstes demnächst abgenommen werden kann, worauf es wesentlich ankömmt, da oberhalb mehrere Ankerbalken liegen bleiben müssen, die von dem neuen Gerüste nicht berührt werden dürfen.

Auf die so gebildeten massiven Vorlagen werden die Schwellen des Gerüstes von 18 und 22 Zoll Stärke gestreckt. Das Gerüst selbst wird in sechs Horizontalabtheilungen mit starker Verjüngung bis zur Höhe der ersten Schallöffnungen des Achtecks aufgeführt, und besteht aus 4 Stück vierfachen Eckpfosten, 8 Doppelpfosten, den nöthigen Pfetten, Gebälken und Bügen. Die vierfachen Eckpfosten, welche, gleich den Doppelpfosten, aus übereinander gesetzten Hölzern verbunden werden, reichen nur bis über die vierte Abtheilung, (vergl. den Grundriß Fig. 8, in der Höhe e f genommen), da oberhalb im Achteck kein Platz für sie, hier auch keine so große Festigkeit mehr erforderlich ist, als unterhalb wo die größeren Glocken sich befinden. Die Pfetten und Büge, welche in den vier Wänden des Gerüstes, von einfachen Hölzern angebracht sind, werden von den doppelten und vierfachen Pfosten umfaßt und mit diesen überall durch eiserne Bolzen fest verschraubt. Die Büge oder Streben werden nicht mit überschnittenen Seitenblättern, sondern mit starken Versatzungen in die Pfetten oder Rahmstücke gestellt, und erhalten daselbst zur Verhütung des Aushebens eiserne Bänder, welche nach Fig. 13 an den Seiten angebracht werden können.

In der ersten und zweiten, so wie in der fünften und sechsten Abtheilung des Gerüstes werden die gegenüberstehenden Doppelpfosten durch Zangen umfaßt und mit diesen ebenfalls verbolzt. Zwischen den Zangen setzen sich paarweise Streben ein, welche von jenen muffenartig umfaßt, und da, wo sie zusammentreffen, mit den Hirnhölzern auf einander gesetzt, dazwischen aber mit Blechen und Keilen versehen werden, um sie scharf in ihre Versatzungen eintreiben zu können, welches in Zukunft, wenn die Hölzer zusammengetrocknet und etwas locker geworden sind, leicht zu wiederholen ist, indem man durch Fortnahme einer Zange bequem dazu gelangen kann. Auch diese Streben erhalten, gleich den oben beschriebenen, eiserne Zugbänder (vergl. Fig. 12 **Taf. 97**).

Die beiden größeren Glocken erhalten einen gemeinschaftlichen Stuhl, Fig. 11 α und β, welcher in der Zeichnung seitwärts neben dem Gebälke, worauf er zu stehen kommt, dargestellt worden ist. Die dritte, etwas kleinere Glocke, wird auf dem obersten Gebälke des Gerüstes in einem einfachen Stuhle, Fig. 10 α und β angebracht. Die kleinste Glocke hingegen bedarf keines besonderen Stuhles, sondern kann, wie die Zeichnung angibt, zwischen zwei verlängerten Doppelpfosten des Gerüstes aufgehängt werden."

Die Dielungen und Treppen, welche in dem Gerüste nöthig sind, so wie die erforderlichen Schutzgeländer, sind als Nebendinge in der Zeichnung nicht dargestellt worden.

Auf unserer Tafel sind die Grundrisse, in den verschiedenen Höhenabtheilungen des Gerüstes, besonders herausgezeichnet, was auf der von uns genannten Tafel des Notizblattes nicht der Fall ist. Zum Verständniß unserer Tafel diene daher noch Folgendes.

Fig. 1 ist der Durchschnitt nach **A B** in Fig. 3 und 4.
„ 2 „ „ „ „ **C D** „ „ „ „ „
„ 3 ein Horizontalschnitt nach o p in Fig. 1 und 2.
„ 4 „ „ „ c d „ „ „ „ „
„ 5 „ „ „ m n „ „ „ „ „
„ 6 „ „ „ i k „ „ „ „ „
„ 7 „ „ „ g h „ „ „ „ „
„ 8 „ „ „ e f „ „ „ „ „
„ 9 „ „ „ c d „ „ „ „ „
„ 10 α und β zeigen den Stuhl für die kleinere, in der Höhe **a b** Fig. 1 und 2 aufgestellten,
„ 11 α und β, den für die beiden größeren bestimmten, in der Höhe i k Fig. 1 und 2 aufgestellten Glocken.
„ 12 zeigt den Vertikaldurchschnitt des oberen Theils des Gerüsts zwischen der 5ten und 6ten Horizontalabtheilung, nach x y in Fig. 8 und 9;
„ 13 die Verbindung der Streben oder Büge mit den Zangen bei **M** in Fig. 1 und 2, nach doppeltem Maaßstabe.

Taf. 1.

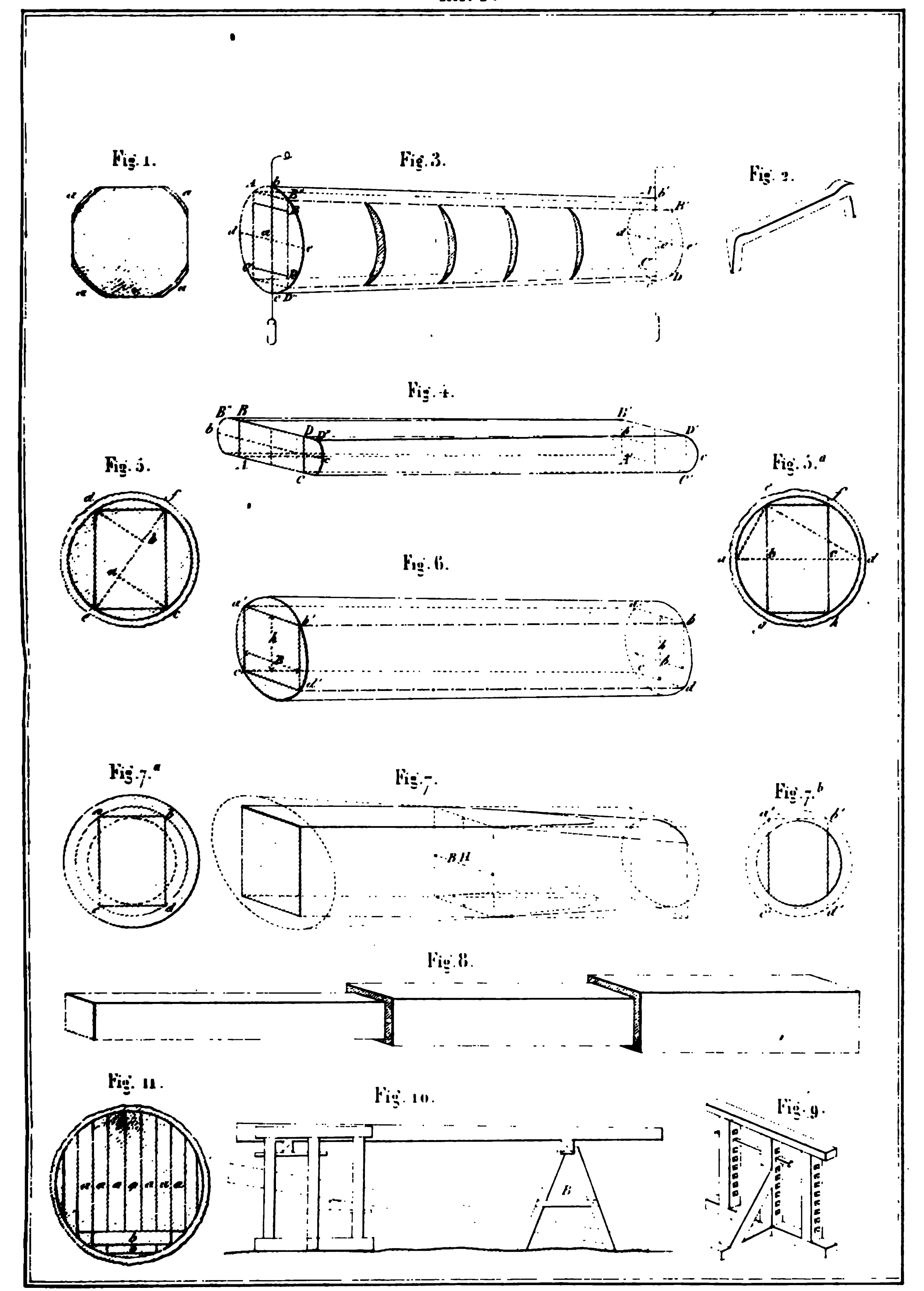


Fig. 1.
Fig. 3.
Fig. 2.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 5.a
Fig. 6.
Fig. 7.a
Fig. 7.
Fig. 7.b
Fig. 8.
Fig. 11.
Fig. 10.
Fig. 9.

Taf. 2.

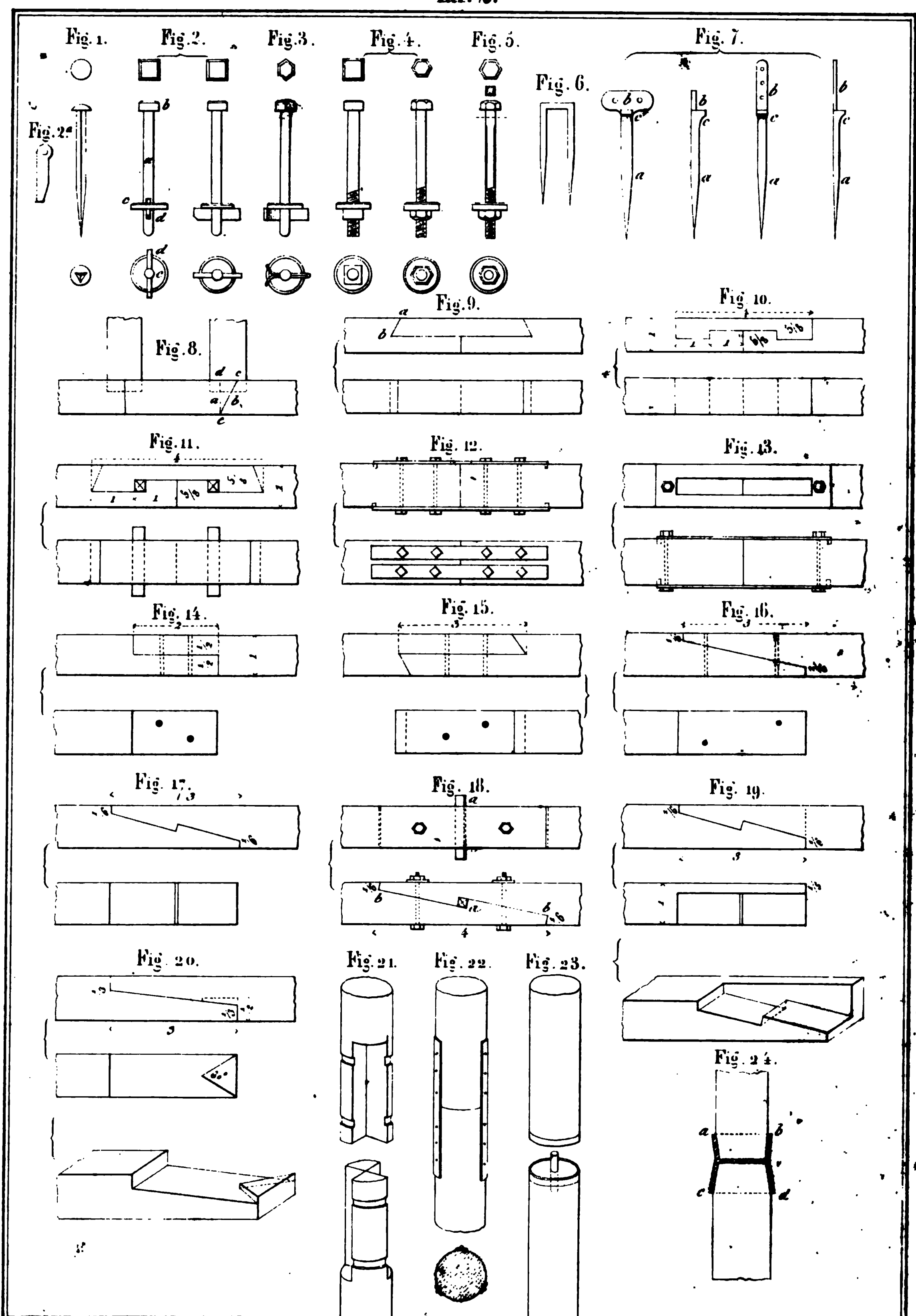
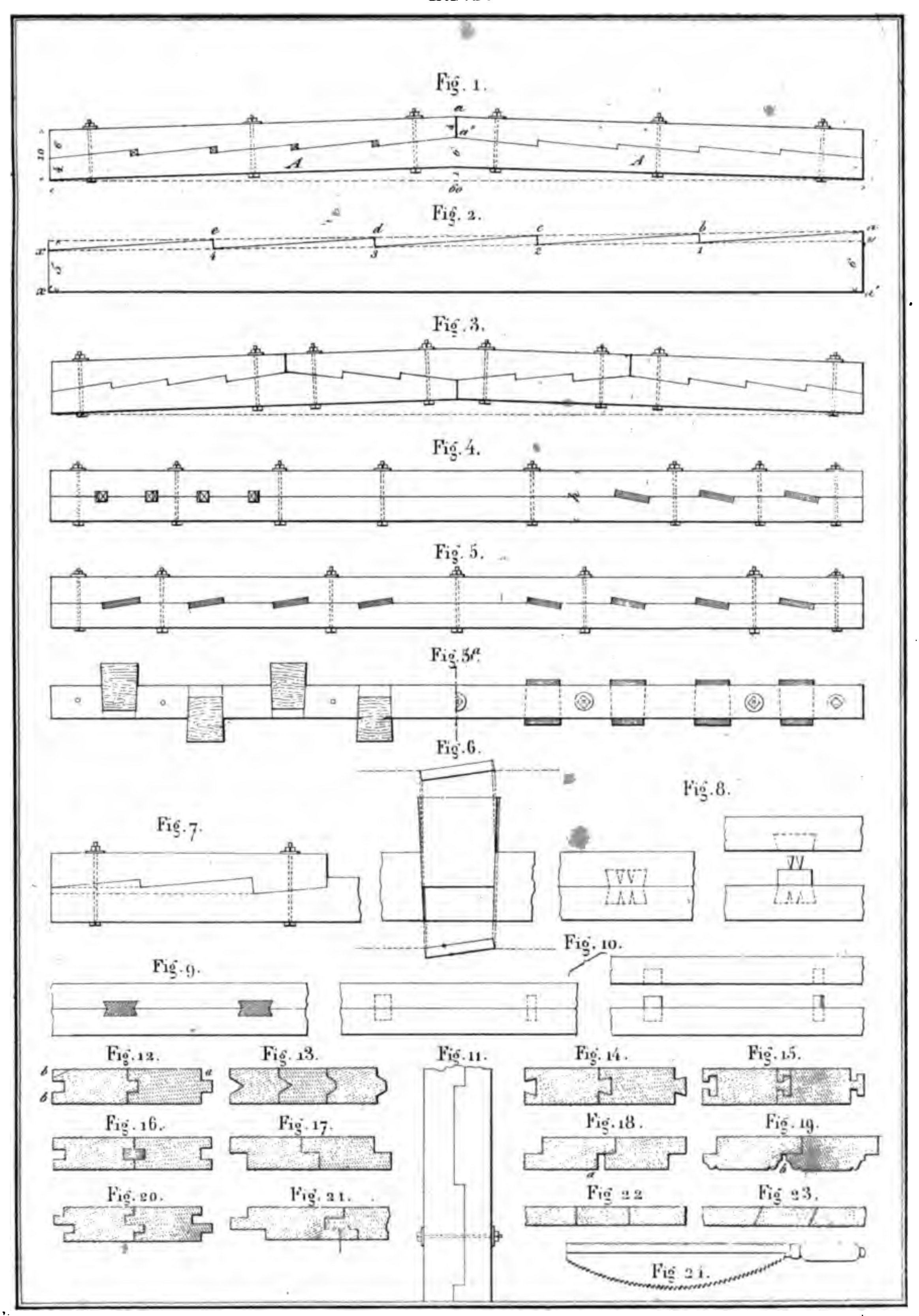
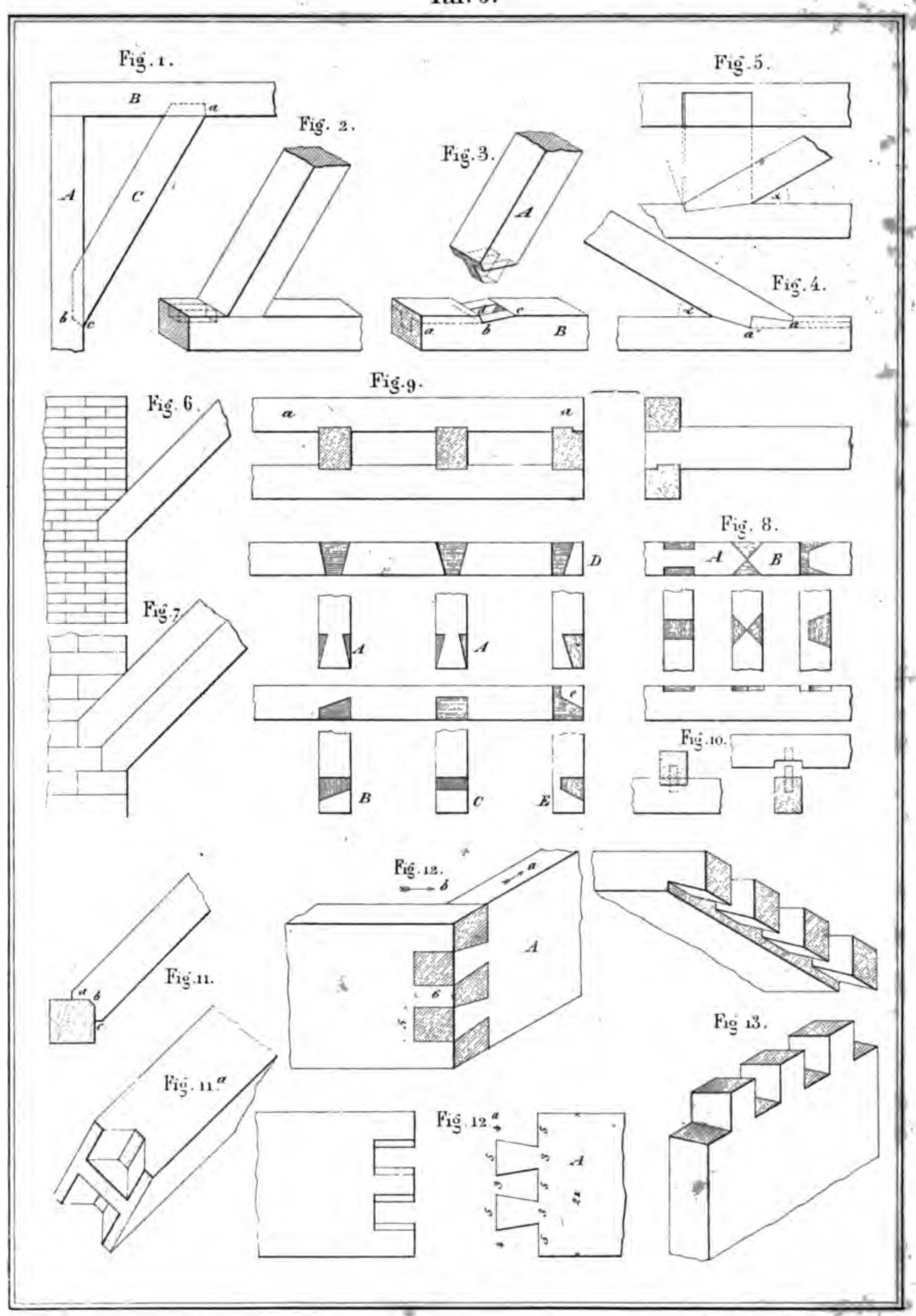


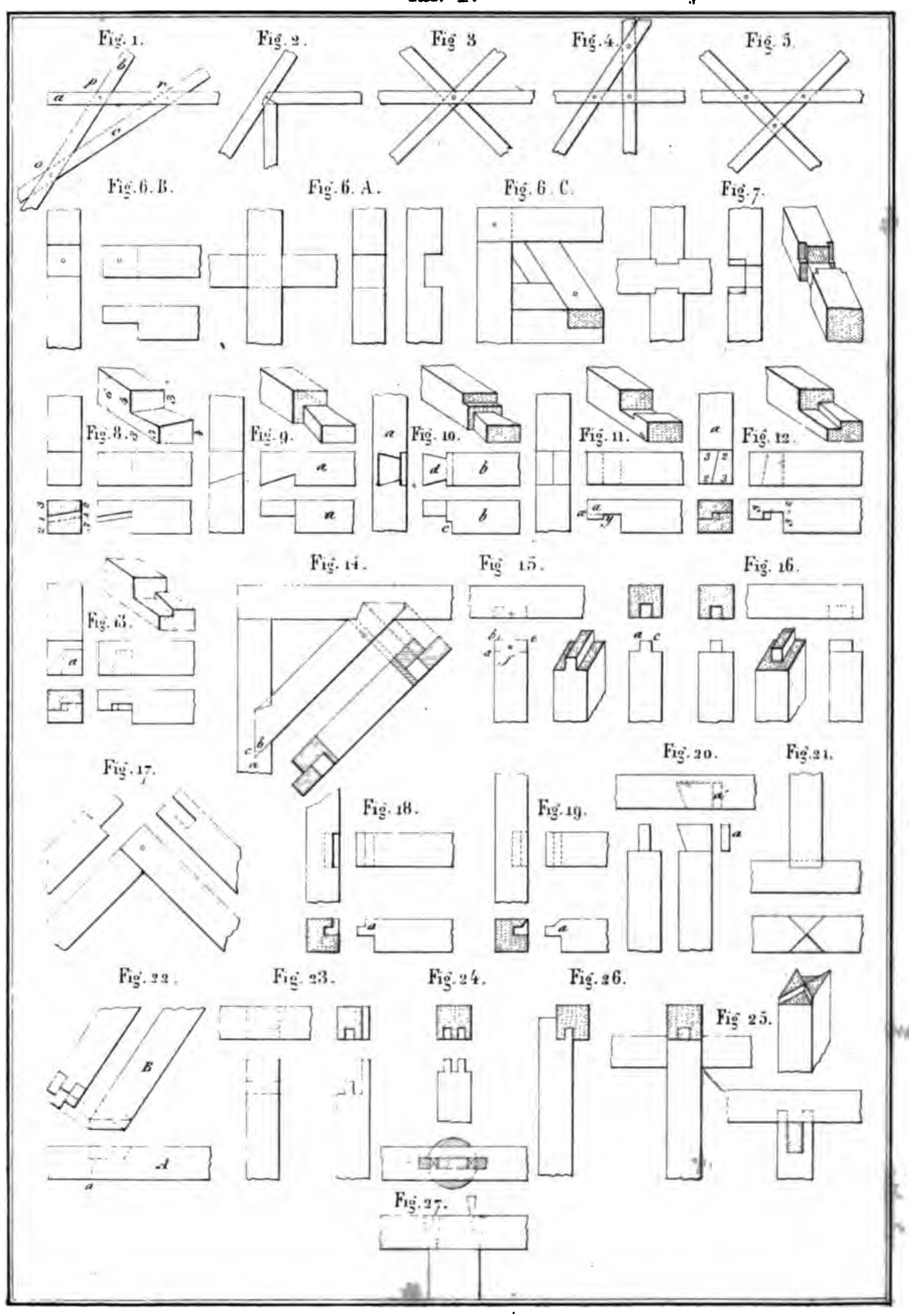
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 2a
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24.

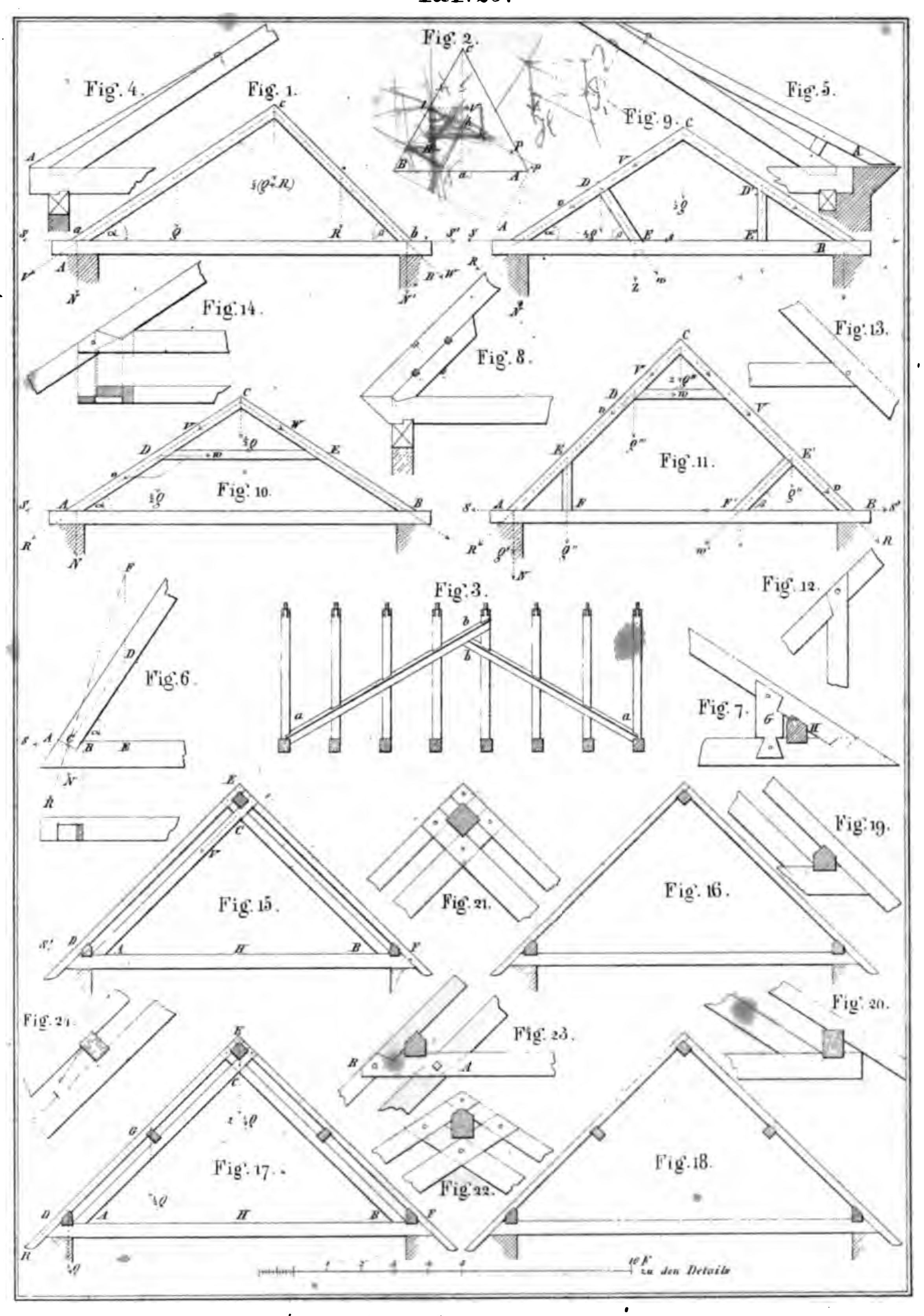
Taf. 3.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 5a.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22
Fig. 23.
Fig. 24.

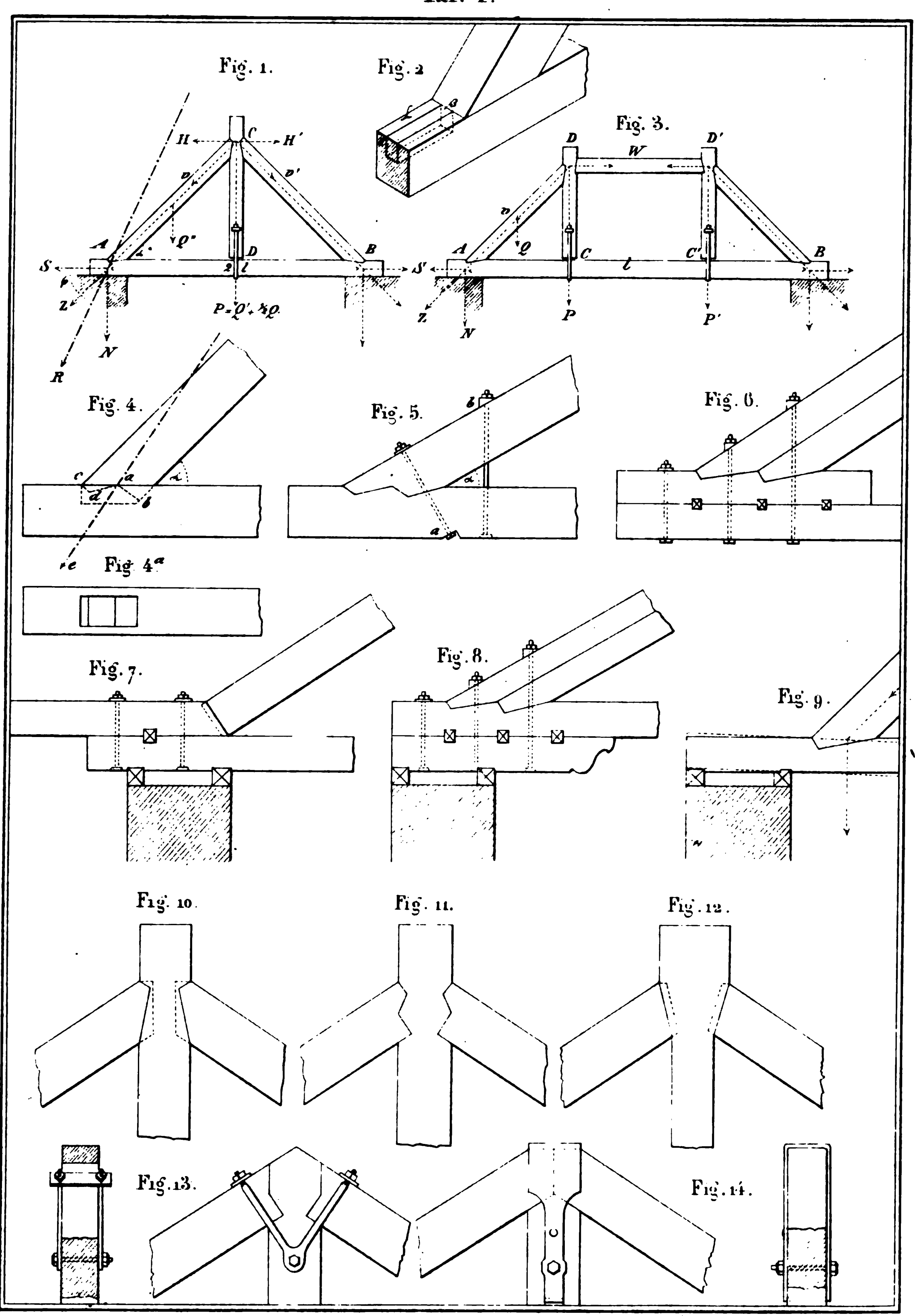

Fig. 1.
B
a
A
C
b
c
Fig. 2.
Fig. 3.
A
a
b
c
B
Fig. 5.
Fig. 4.
a
a
Fig. 6.
Fig. 9.
a
a
D
Fig. 8.
A
B
Fig. 7.
A
A
B
C
E
Fig. 10.
Fig. 12.
b
a
A
Fig. 11.
a
b
c
Fig. 13.
Fig. 11.a
Fig. 12.a
A

Taf. 4.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig 3
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6. B.
Fig. 6. A.
Fig. 6. C.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24.
Fig. 26.
Fig 25.
Fig. 27.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24.
zu den Details

Taf. 7.


Fig. 1.
Fig. 2
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 4a
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.

Taf. 8.

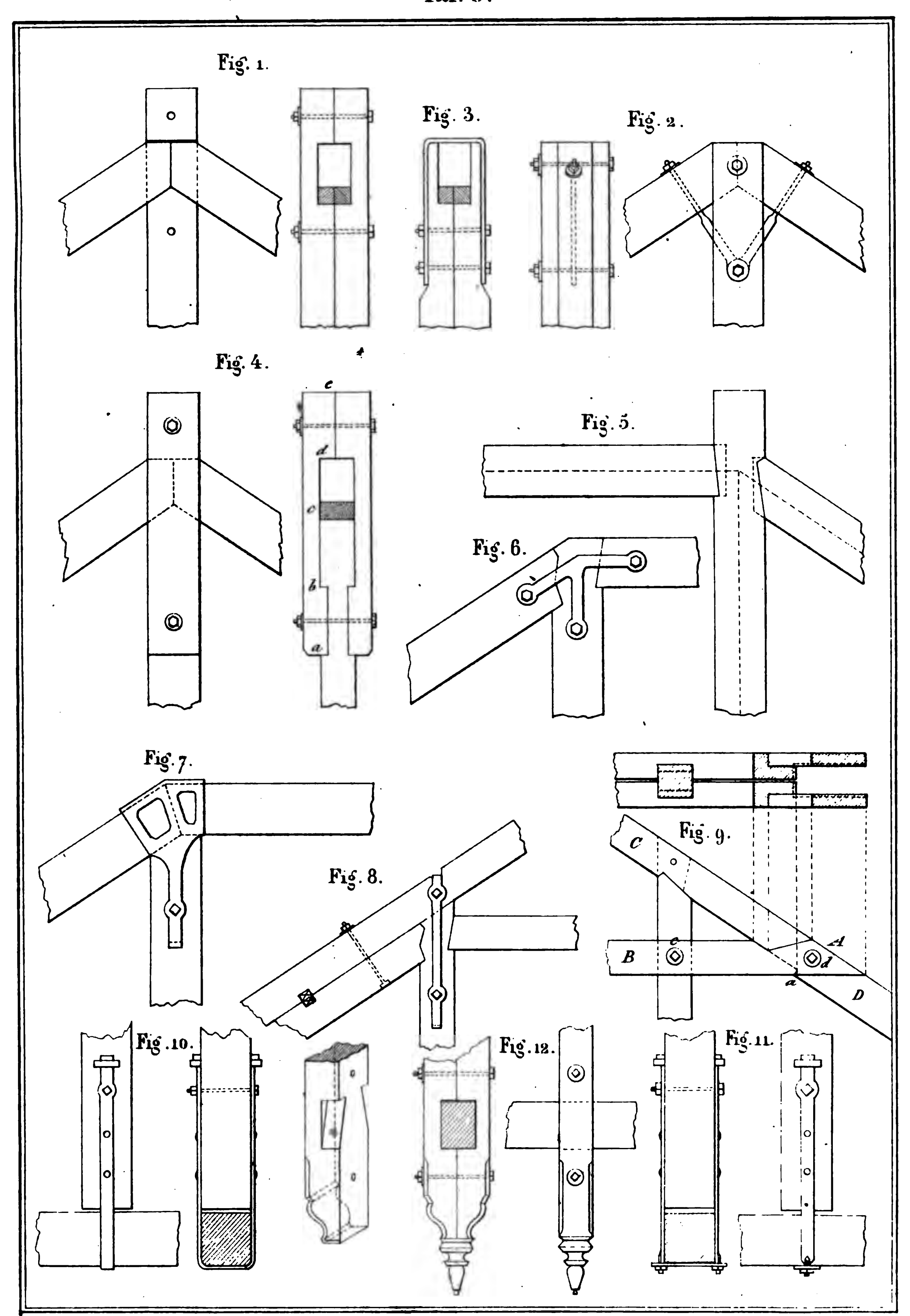
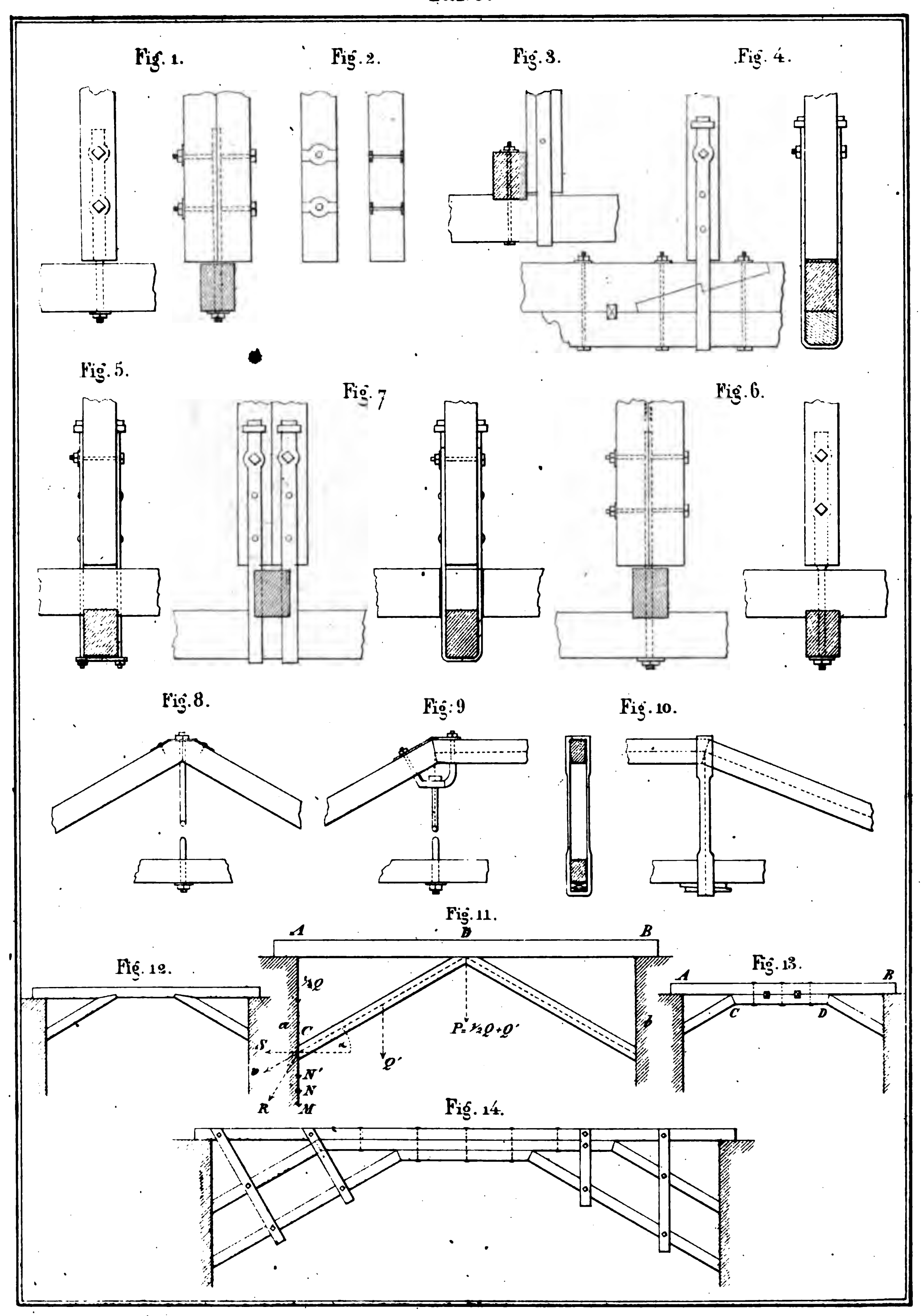
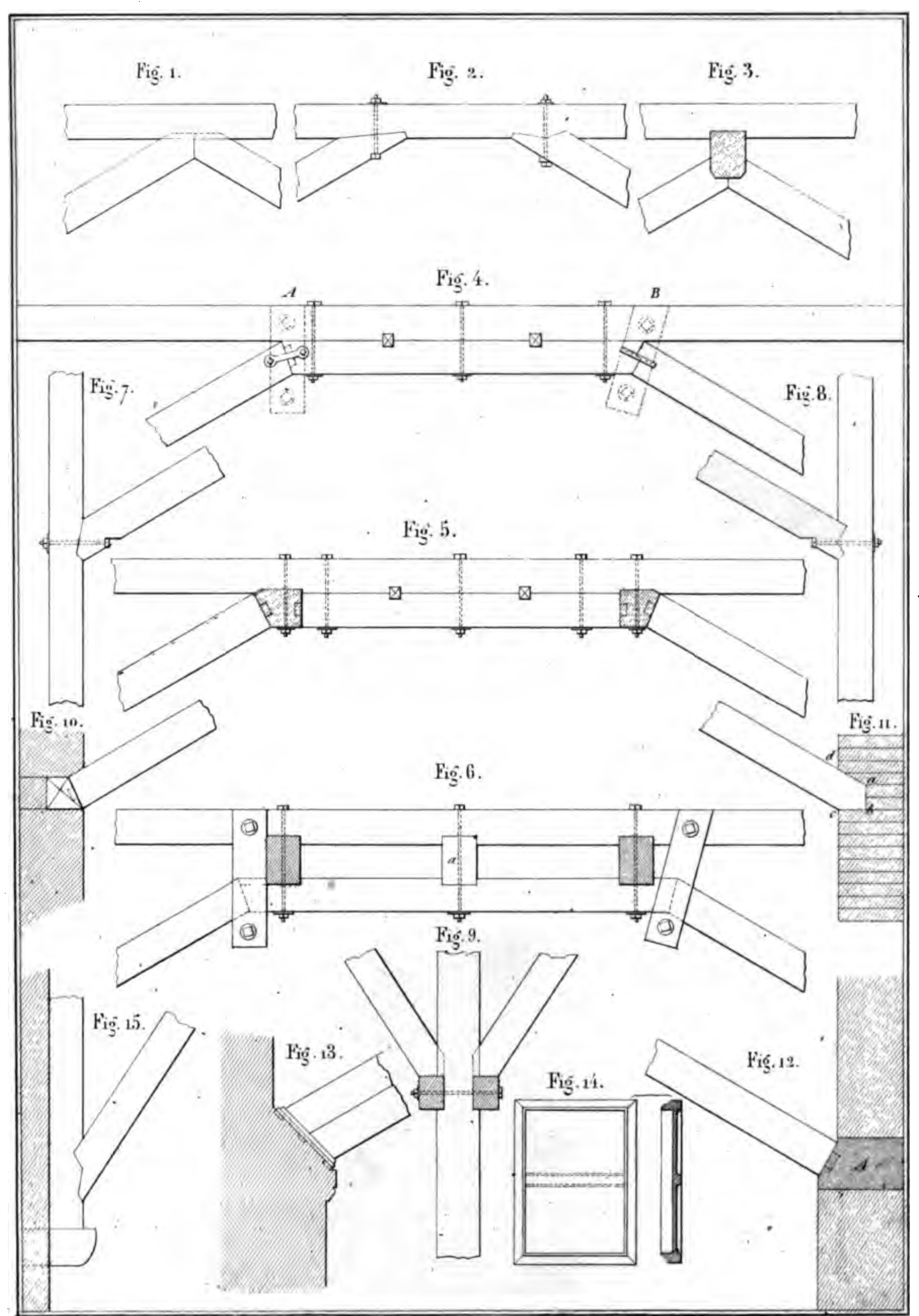


Fig. 1.
Fig. 3.
Fig. 2.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 12.
Fig. 11.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 7
Fig. 6.
Fig. 8.
Fig. 9
Fig. 10.
Fig. 11.
A
B
B
½Q
a
C
S
α
N'
N
M
R
Q'
P = ½Q + Q'
b
Fig. 12.
Fig. 13.
A
B
C
D
Fig. 14.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
A
B
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 5.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 6.
a
Fig. 9.
Fig. 15.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 12.

Taf. 11.

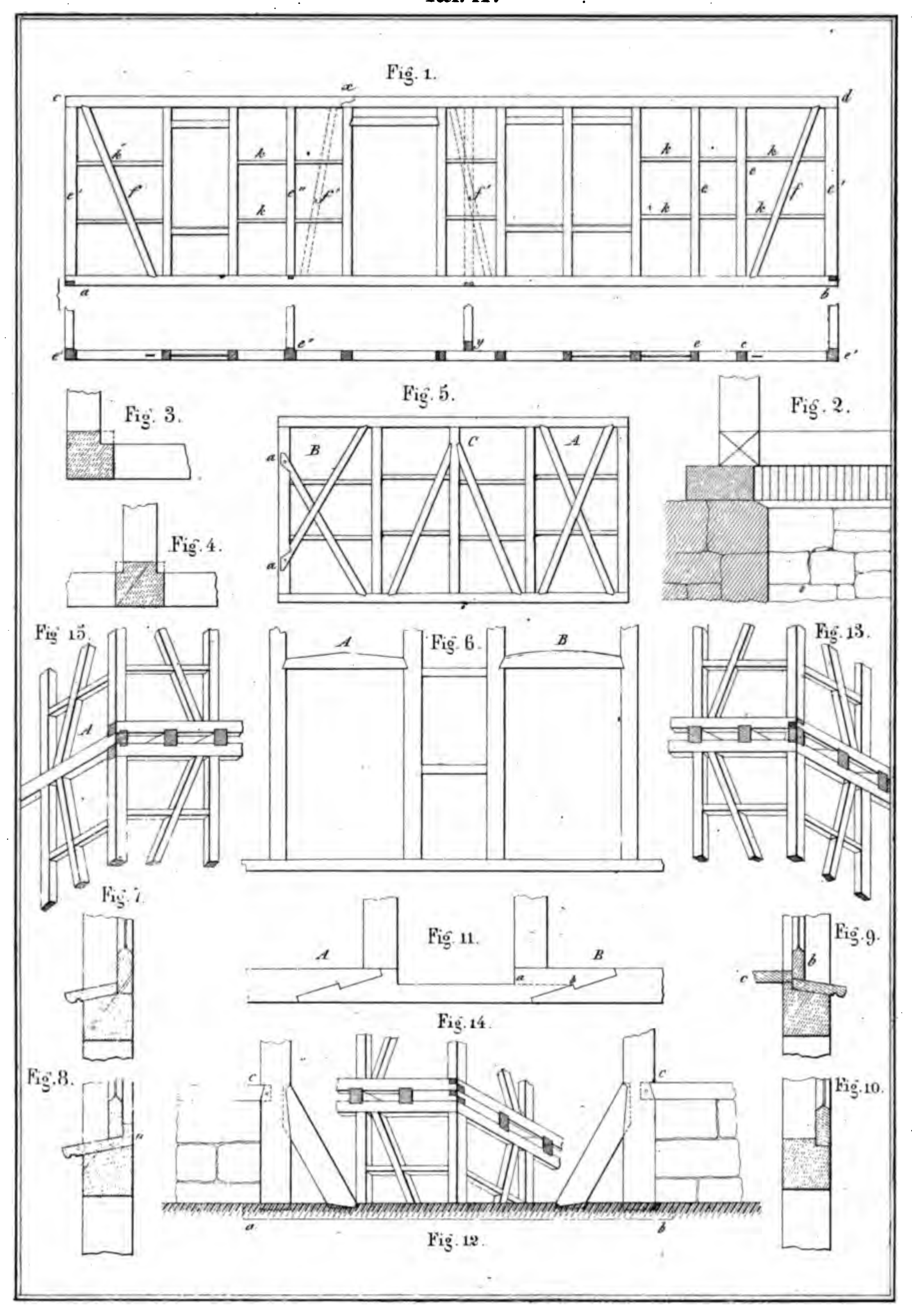


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.

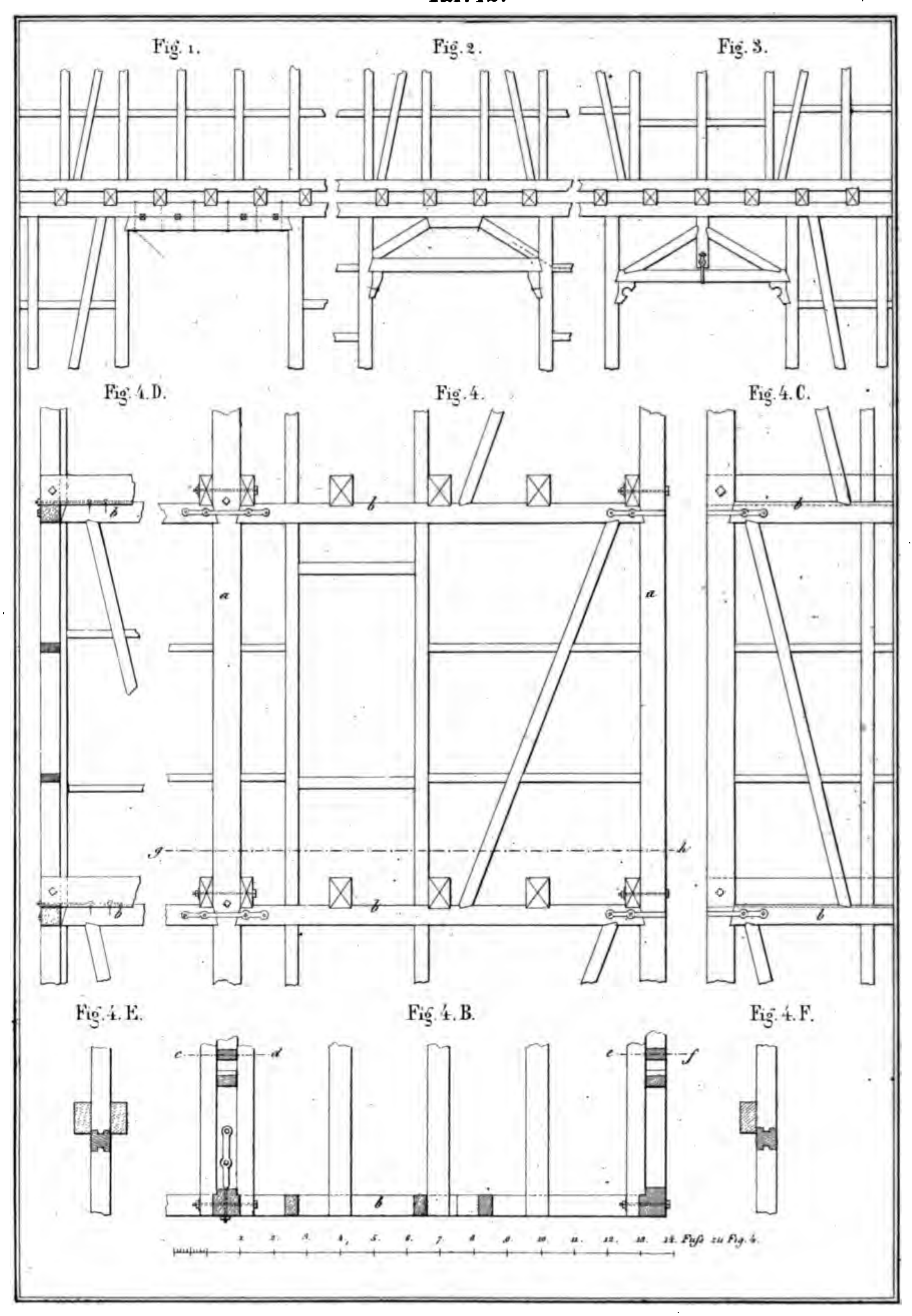
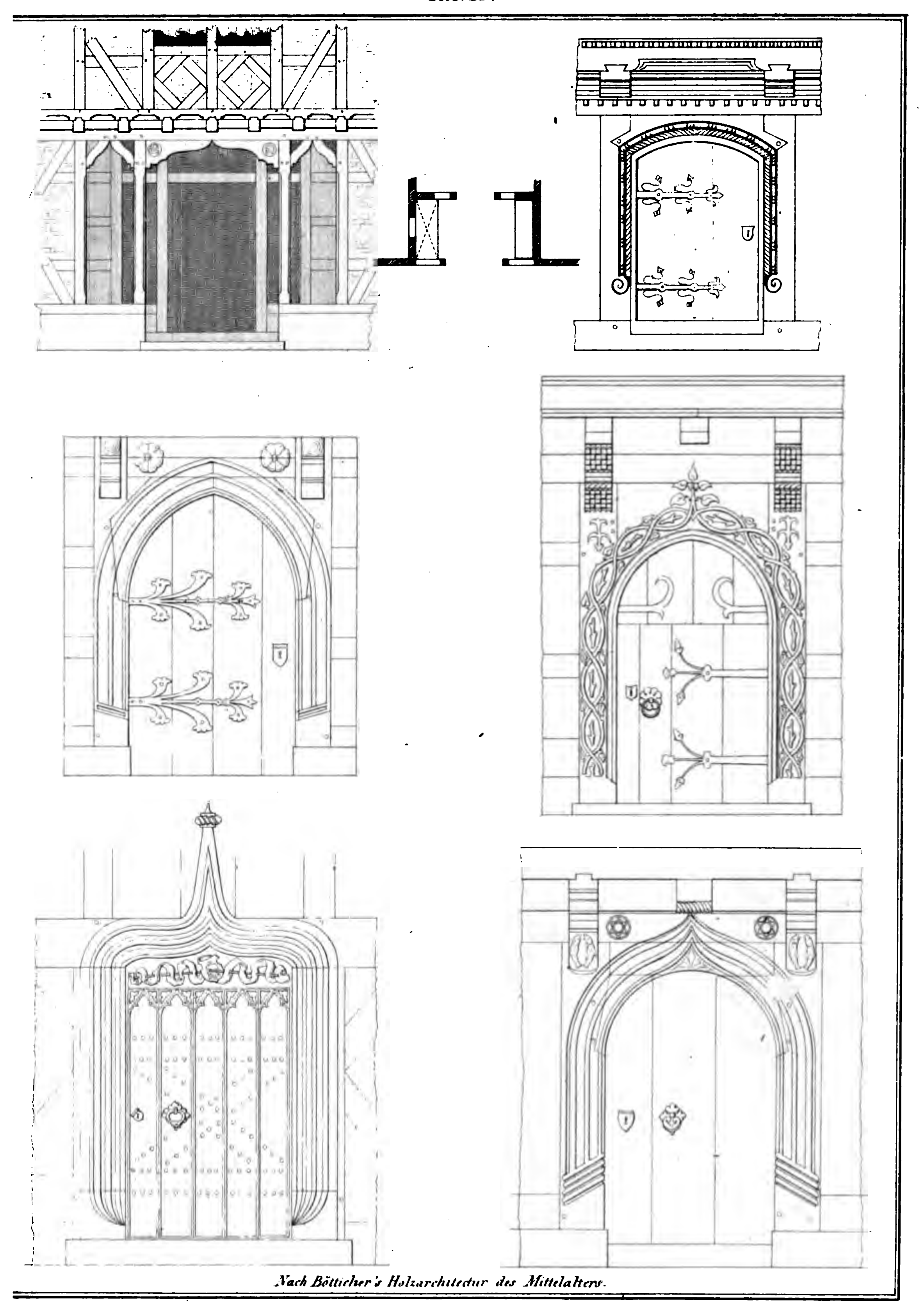
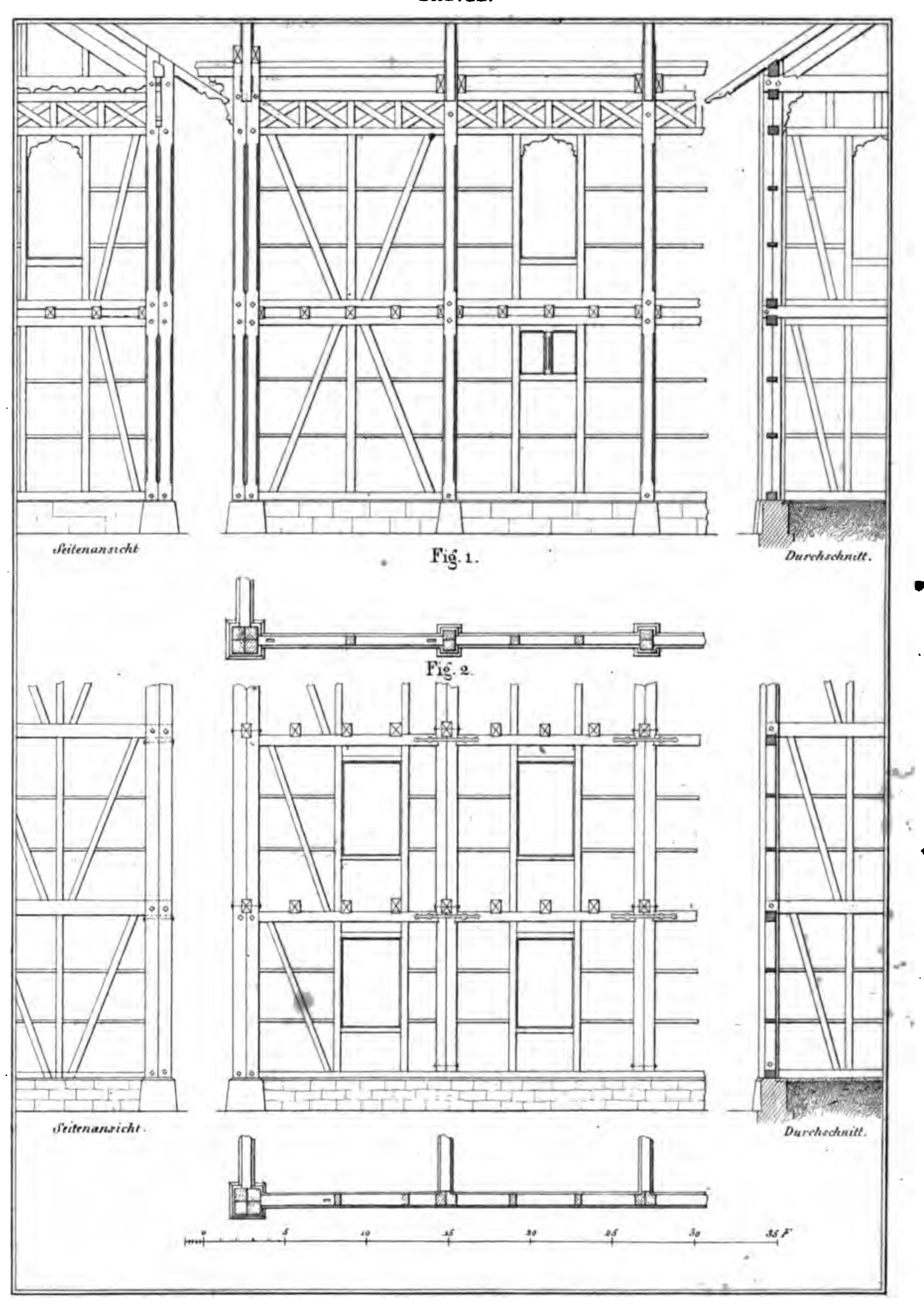


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4. D.
Fig. 4.
Fig. 4. C.
Fig. 4. E.
Fig. 4. B.
Fig. 4. F.
a
b
c
d
e
f
g
h
14. Fuß zu Fig. 4.



Nach Bötticher's Holzarchitectur des Mittelalters.


Seitenansicht
Fig. 1.
Durchschnitt.
Fig. 2.
Seitenansicht.
Durchschnitt.
0
5
10
15
20
25
30
35 F

Taf. 15.

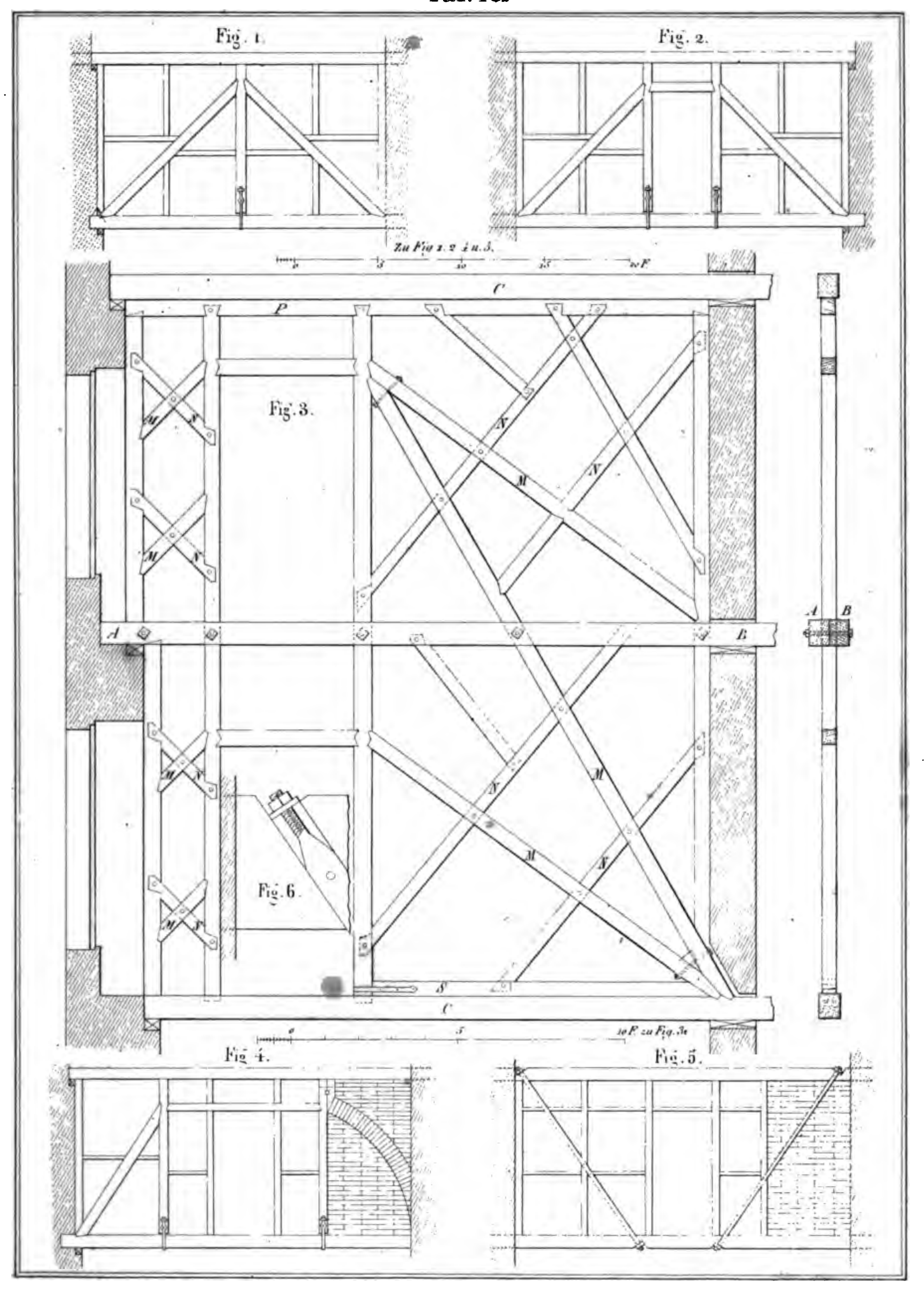
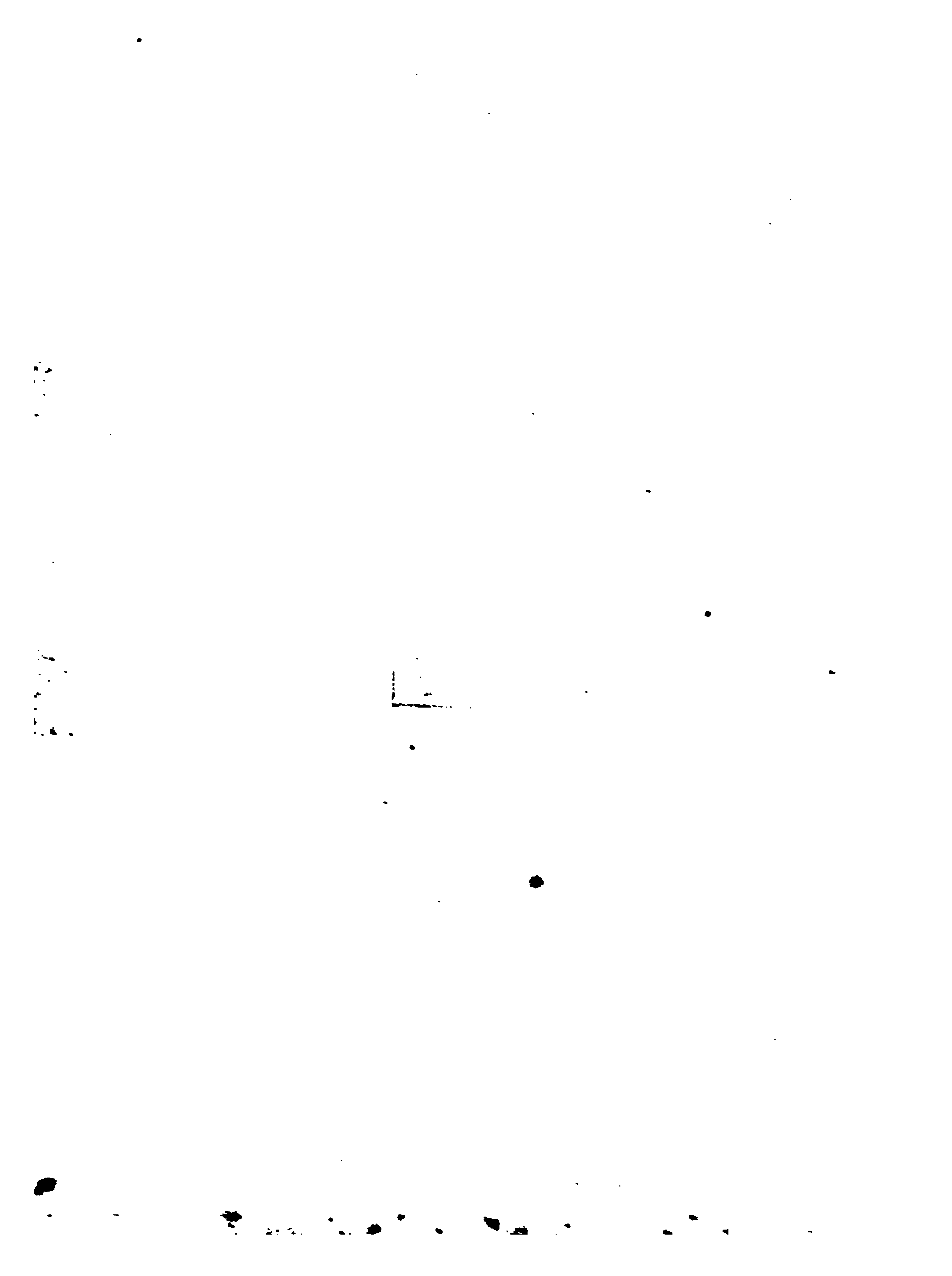
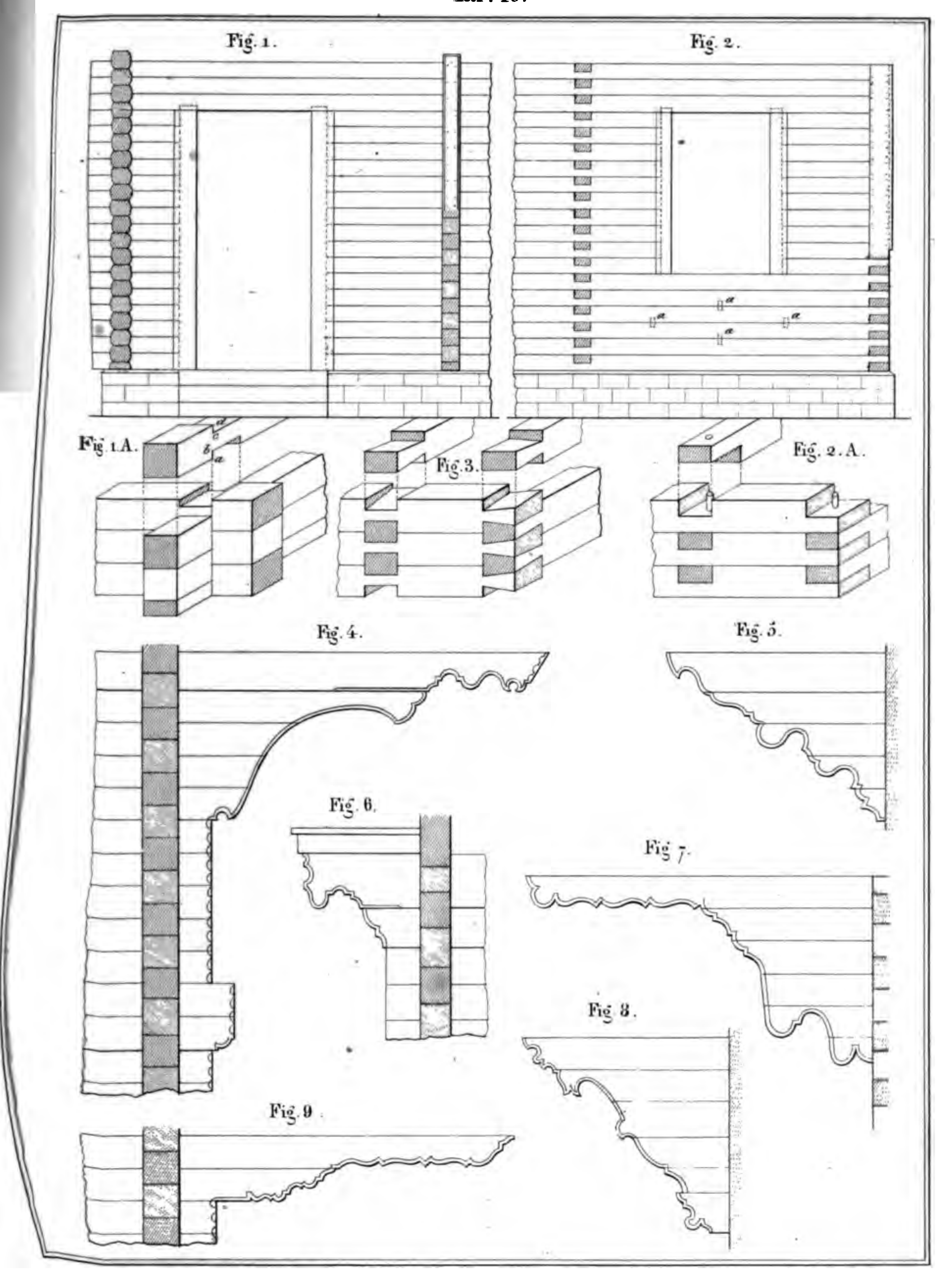


Fig. 1.
Fig. 2.
Zu Fig. 1. 2. 4 u. 5.
C
P
Fig. 3.
M
N
A
B
Fig. 6.
S
C
10 F. zu Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.



Taf. 16.



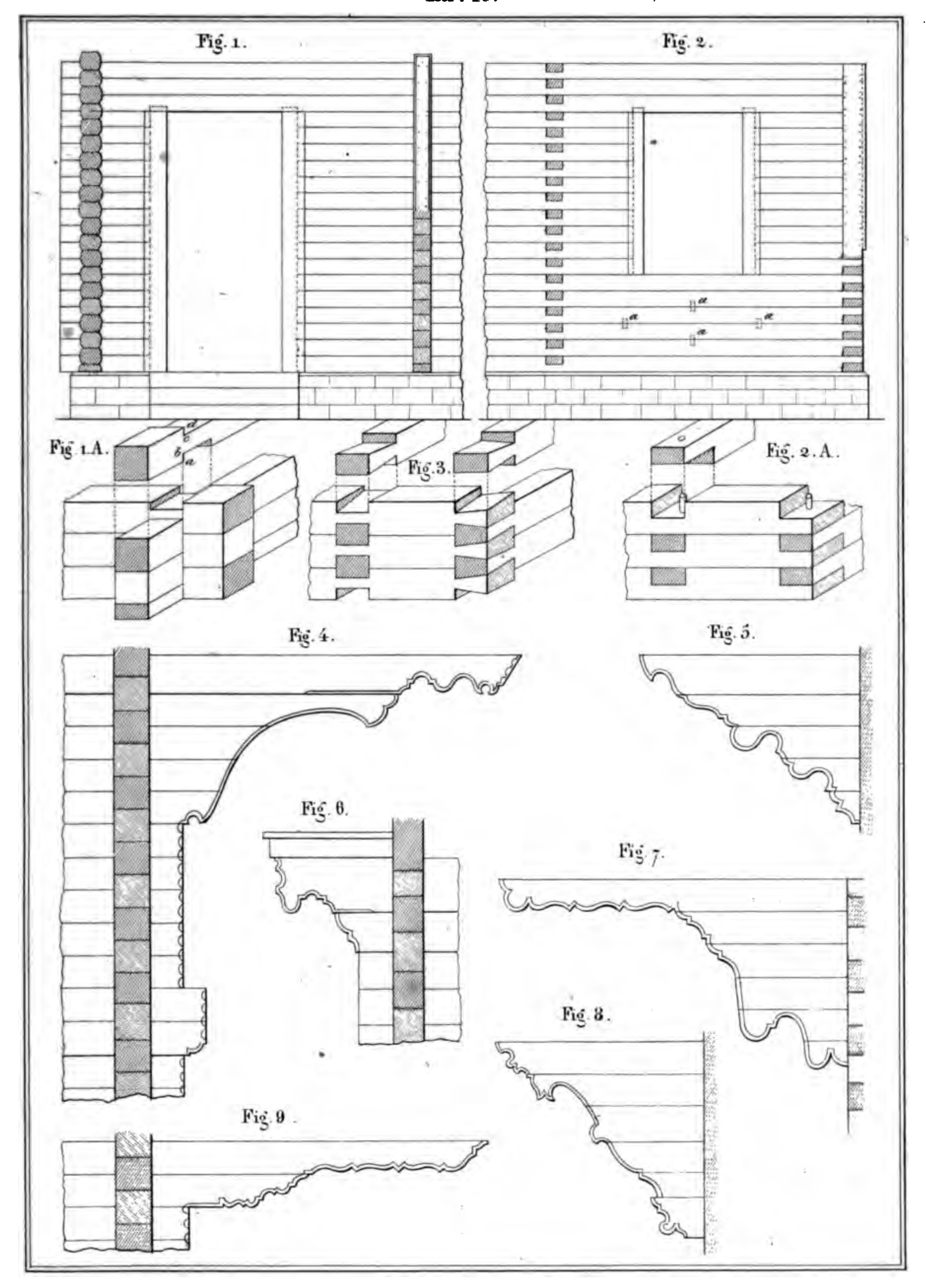


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 1. A.
Fig. 3.
Fig. 2. A.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.

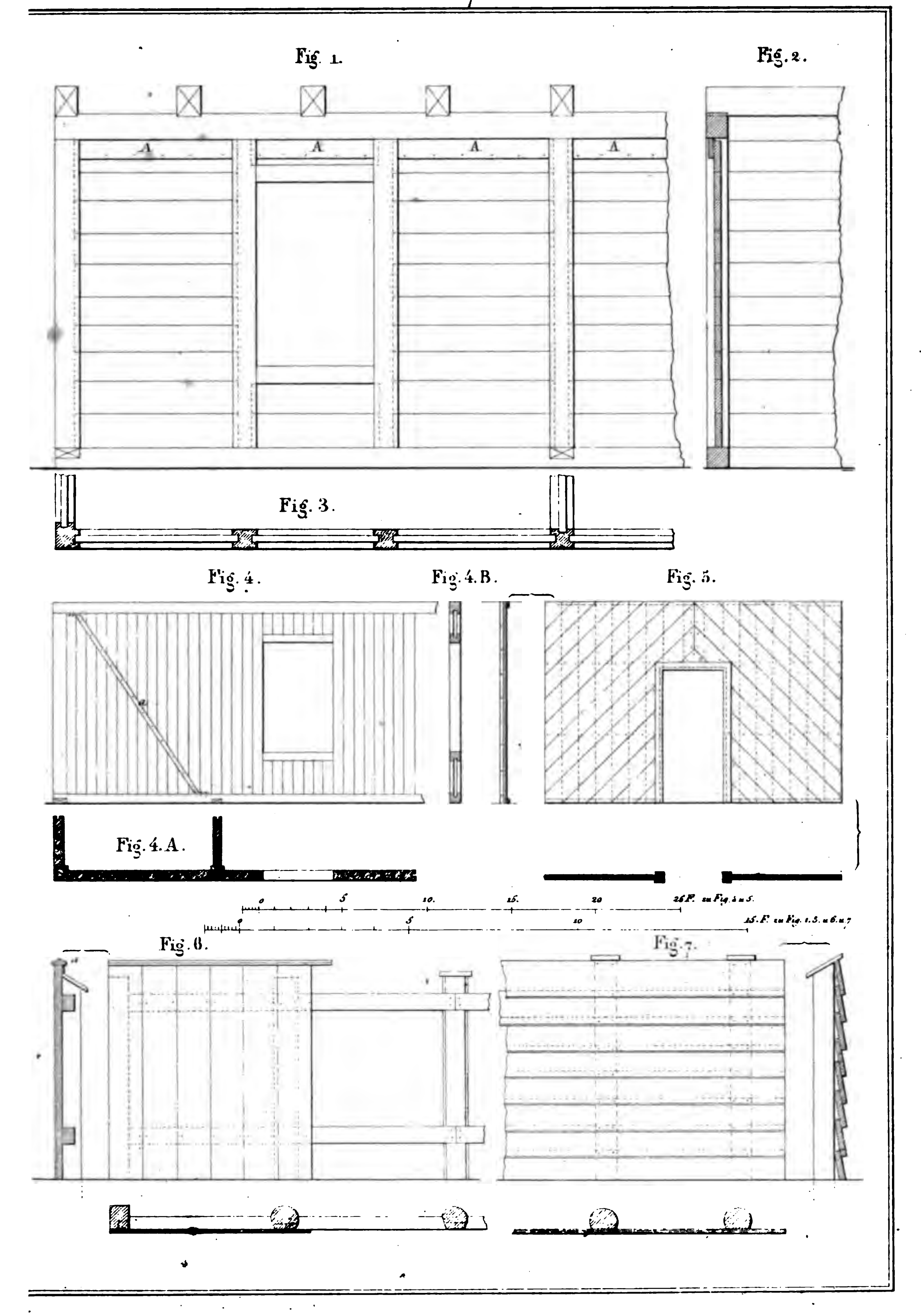
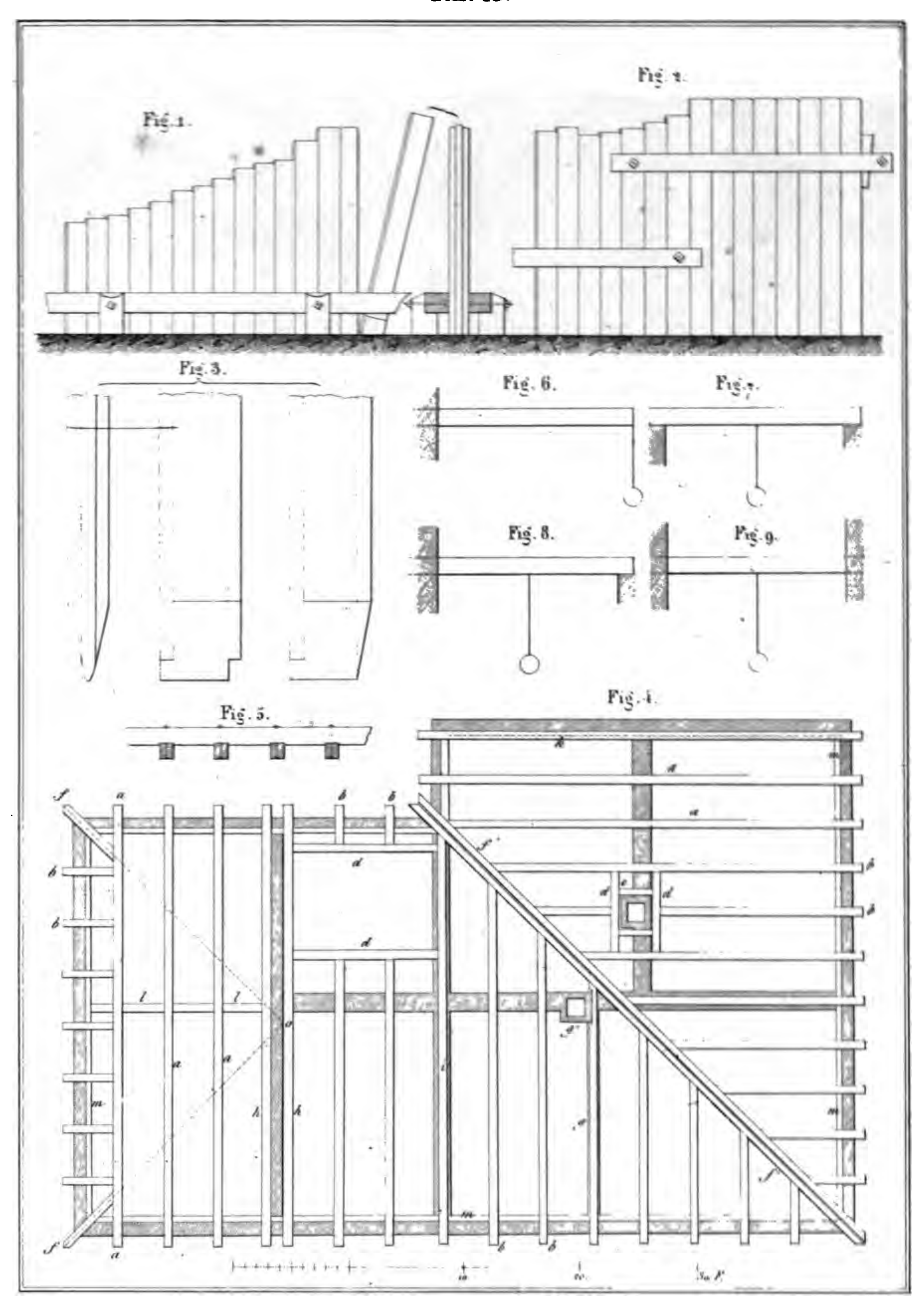
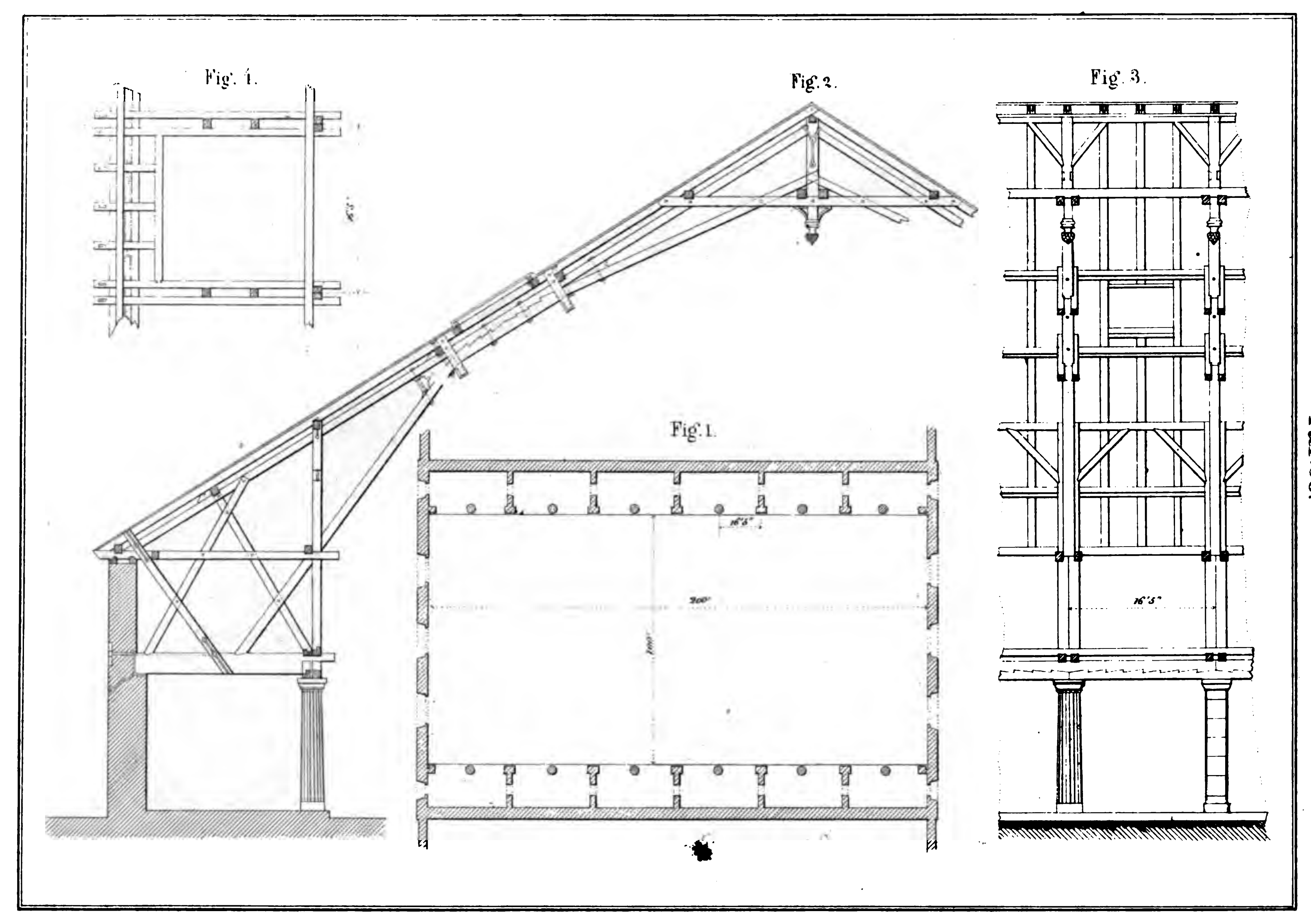


Fig. 1.
A
A
A
A
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
a
Fig. 4. B.
Fig. 5.
Fig. 4. A.
0
5
10.
15.
20
25 F. zu Fig. 4 u 5.
0
5
10
15. F. zu Fig. 1. 3. u 6. u 7
Fig. 6.
Fig. 7.

Taf. 18.




Fig. 4.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 1.
16'6"
200'
100'
16'5"

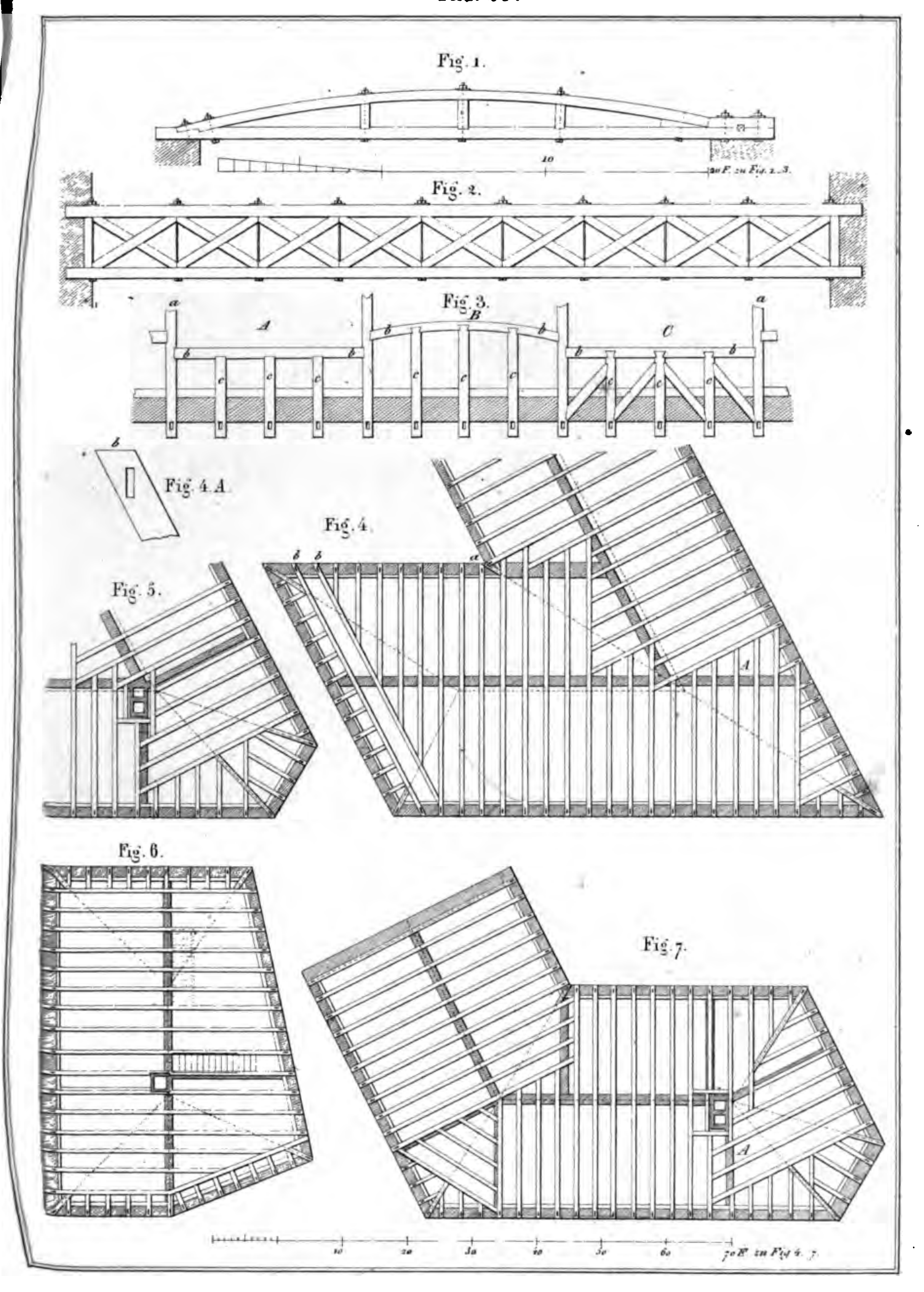

Fig. 1.
10
20 F. zu Fig. 1.-3.
Fig. 2.
Fig. 3.
a
A
B
C
b
c
Fig. 4. A.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
10
20
30
40
50
60
70 F. zu Fig. 4.-7.

Fig. 1.

Fig. 2.

b

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

a

b

a

b

Fig. 12.

Fig. 13.

b

N

l

A

D

S

E

b

Fig. 17.

Fig. 16.

Q

Fig. 15.

a

a

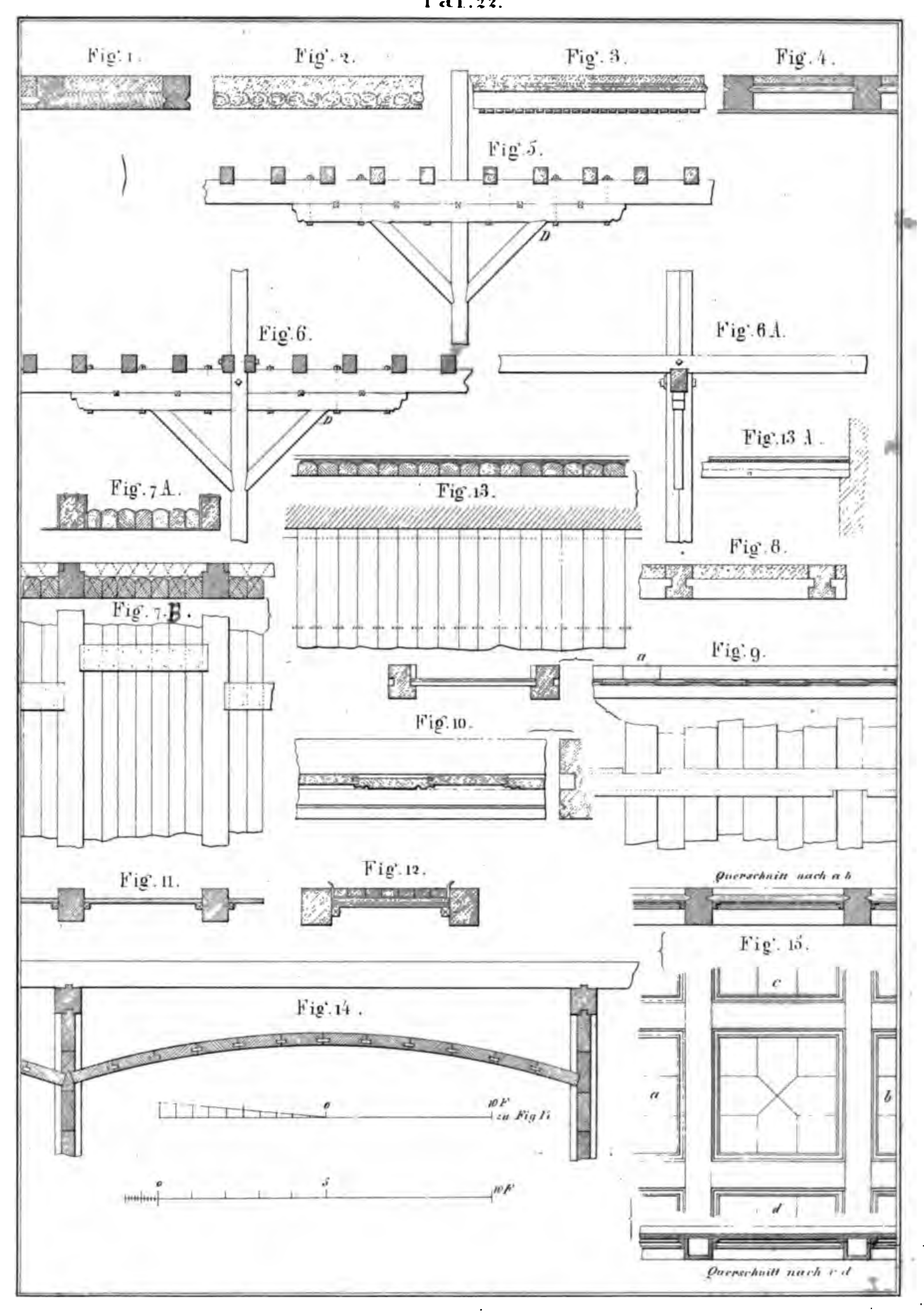
α

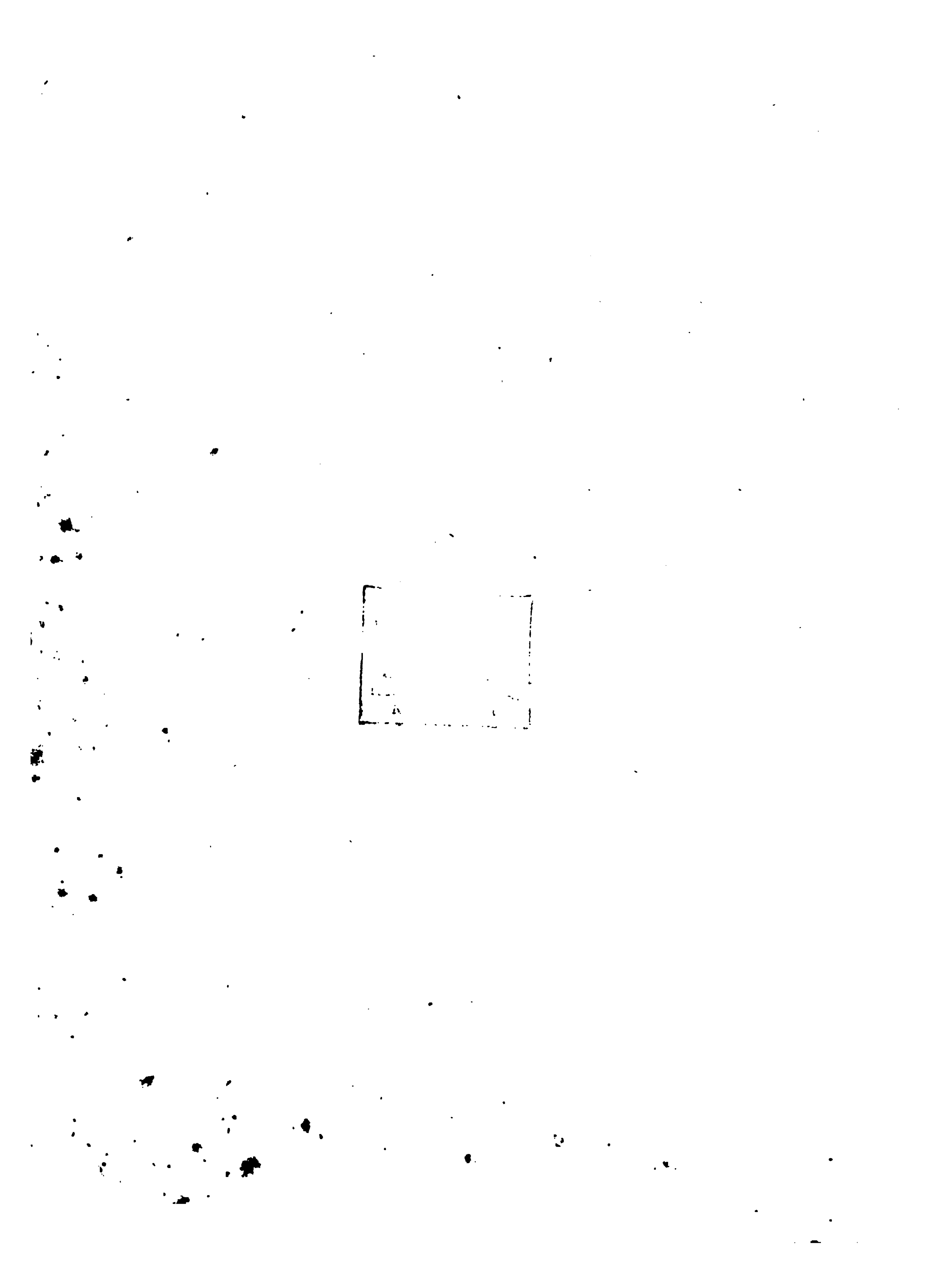
s

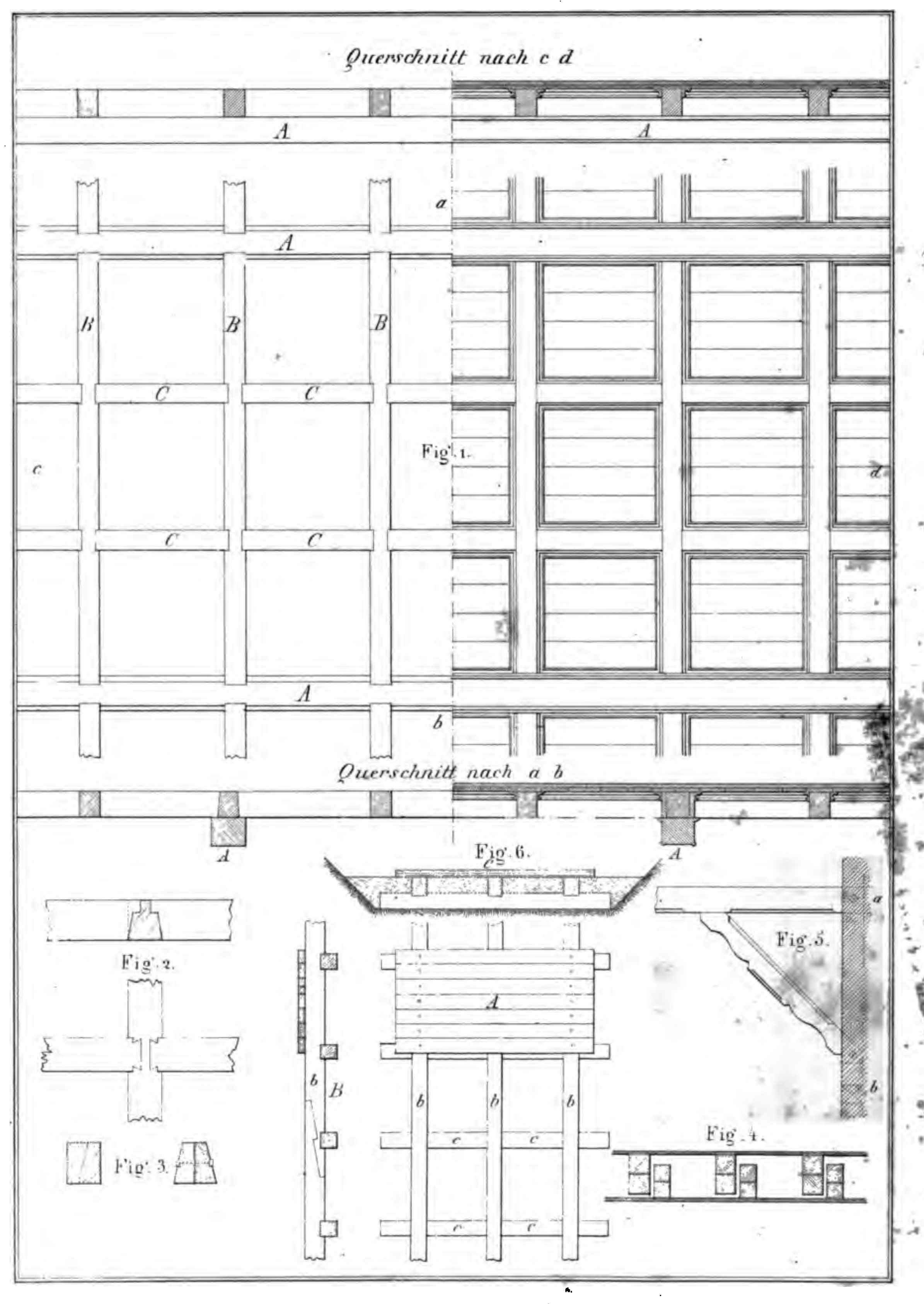
Fig. 14.

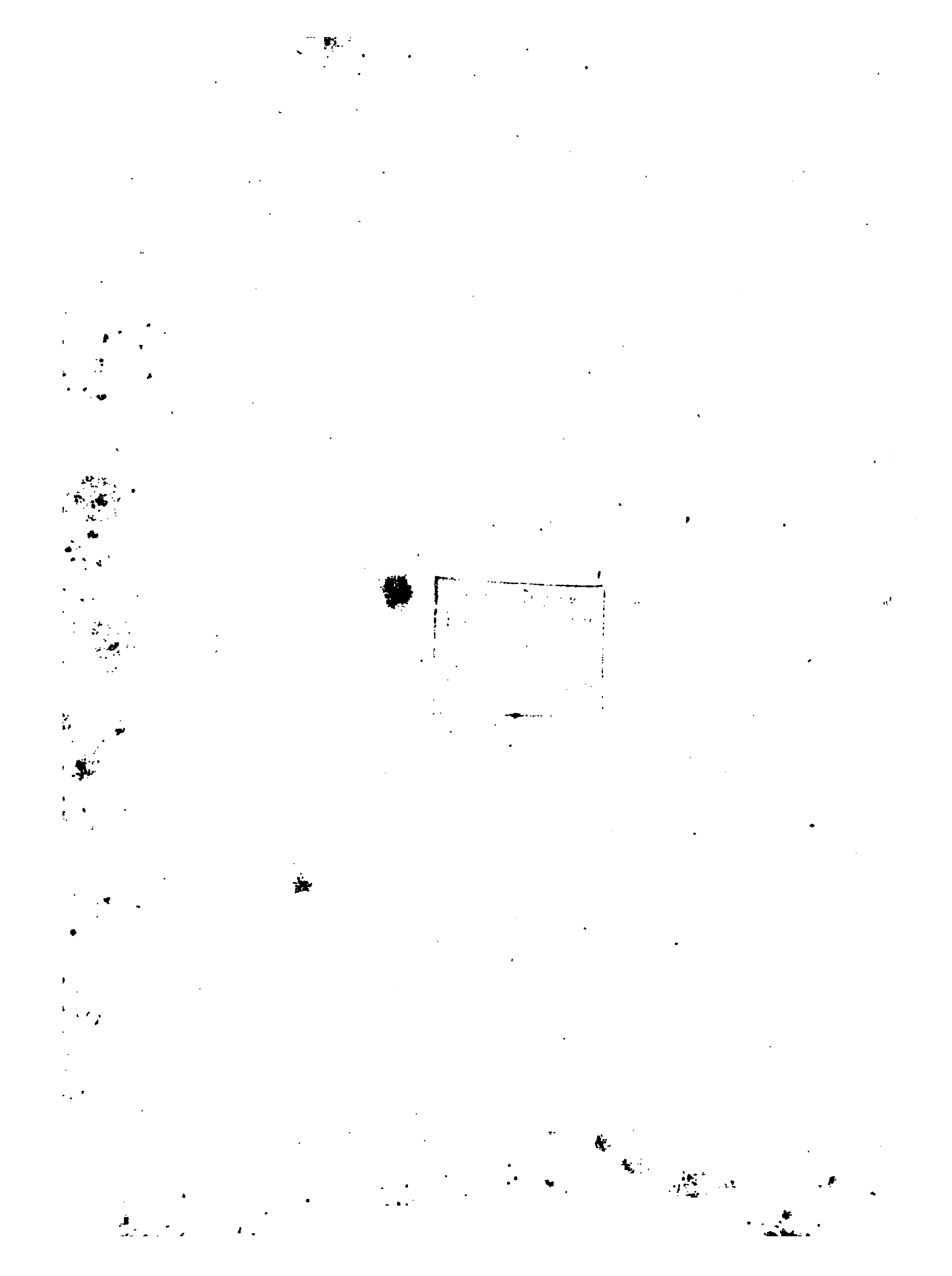
R. B. N.




Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
D
Fig. 6.
D
Fig. 6 A.
Fig. 7 A.
Fig. 13.
Fig. 13 A.
Fig. 7 B.
Fig. 8.
Fig. 9.
a
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Querschnitt nach a b
Fig. 15.
c
a
b
d
Querschnitt nach c d
Fig. 14.
0
10 F
zu Fig 14
0
5
10 F




Querschnitt nach c d
A
A
a
A
B
B
B
C
C
c
Fig. 1.
d
C
C
A
b
Querschnitt nach a b
A
Fig. 6.
A
a
Fig. 5.
Fig. 2.
A
b
B
b
b
b
b
c
c
Fig. 4.
Fig. 3.
c
c



Taf. 42.

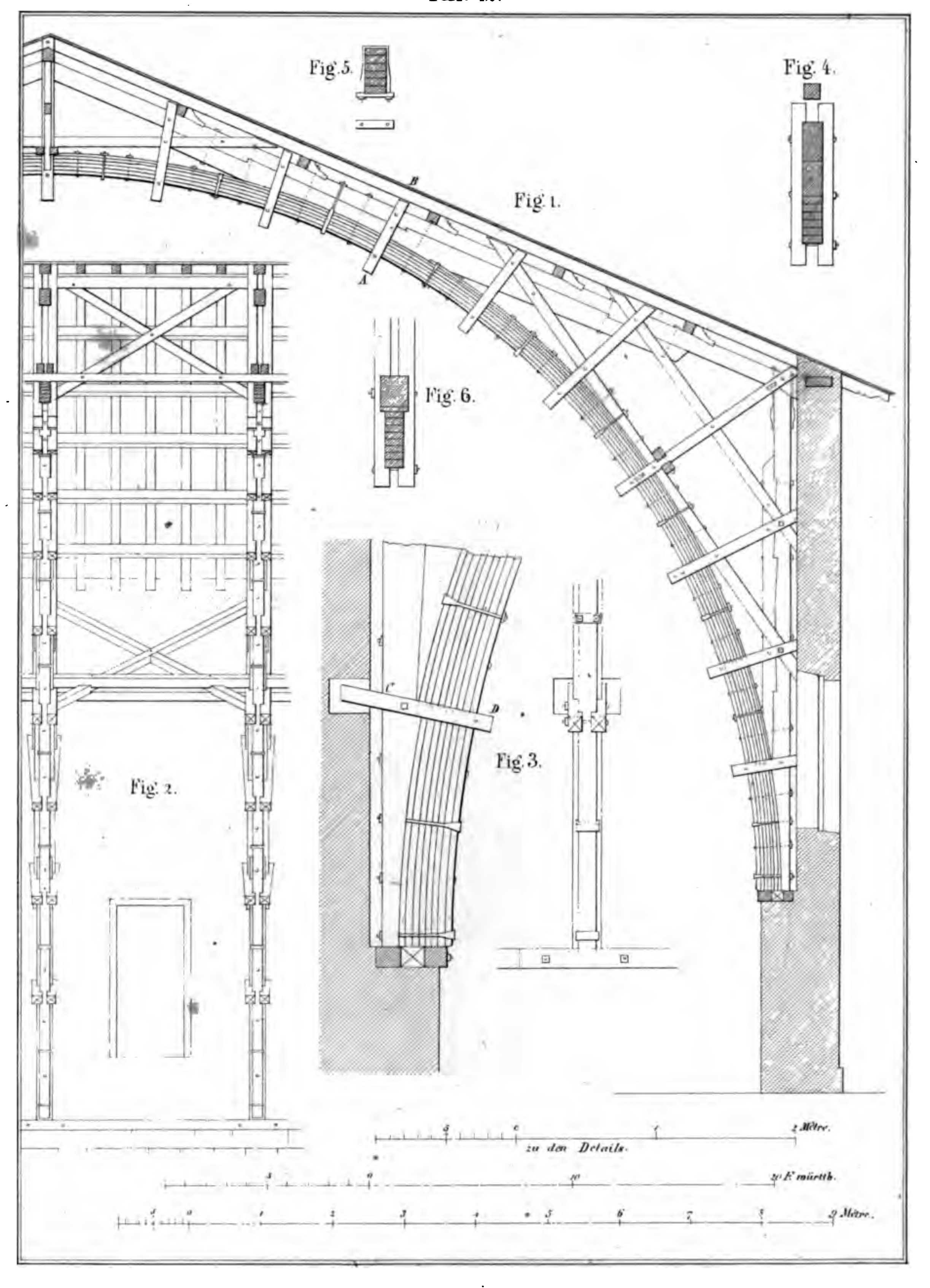
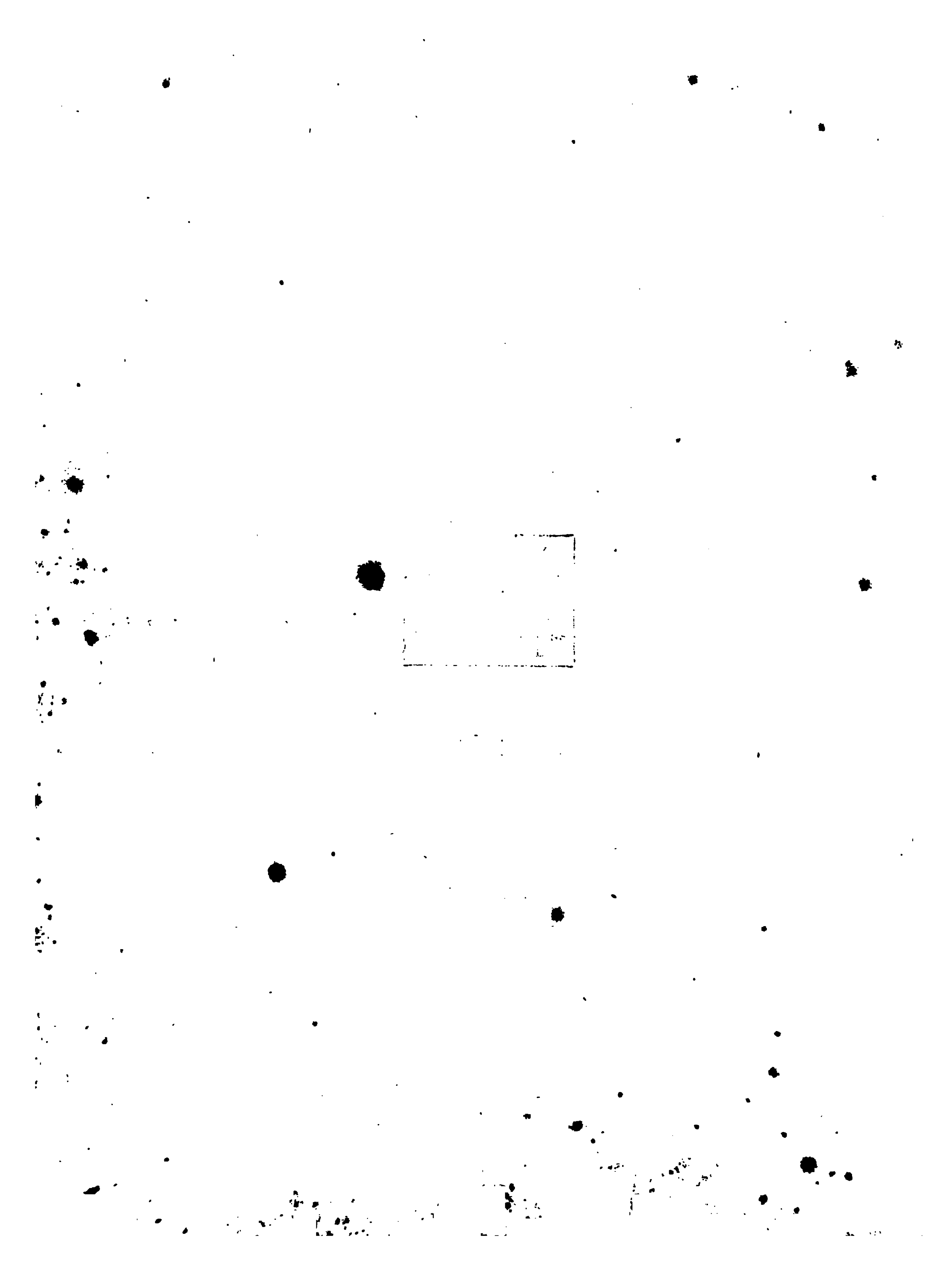
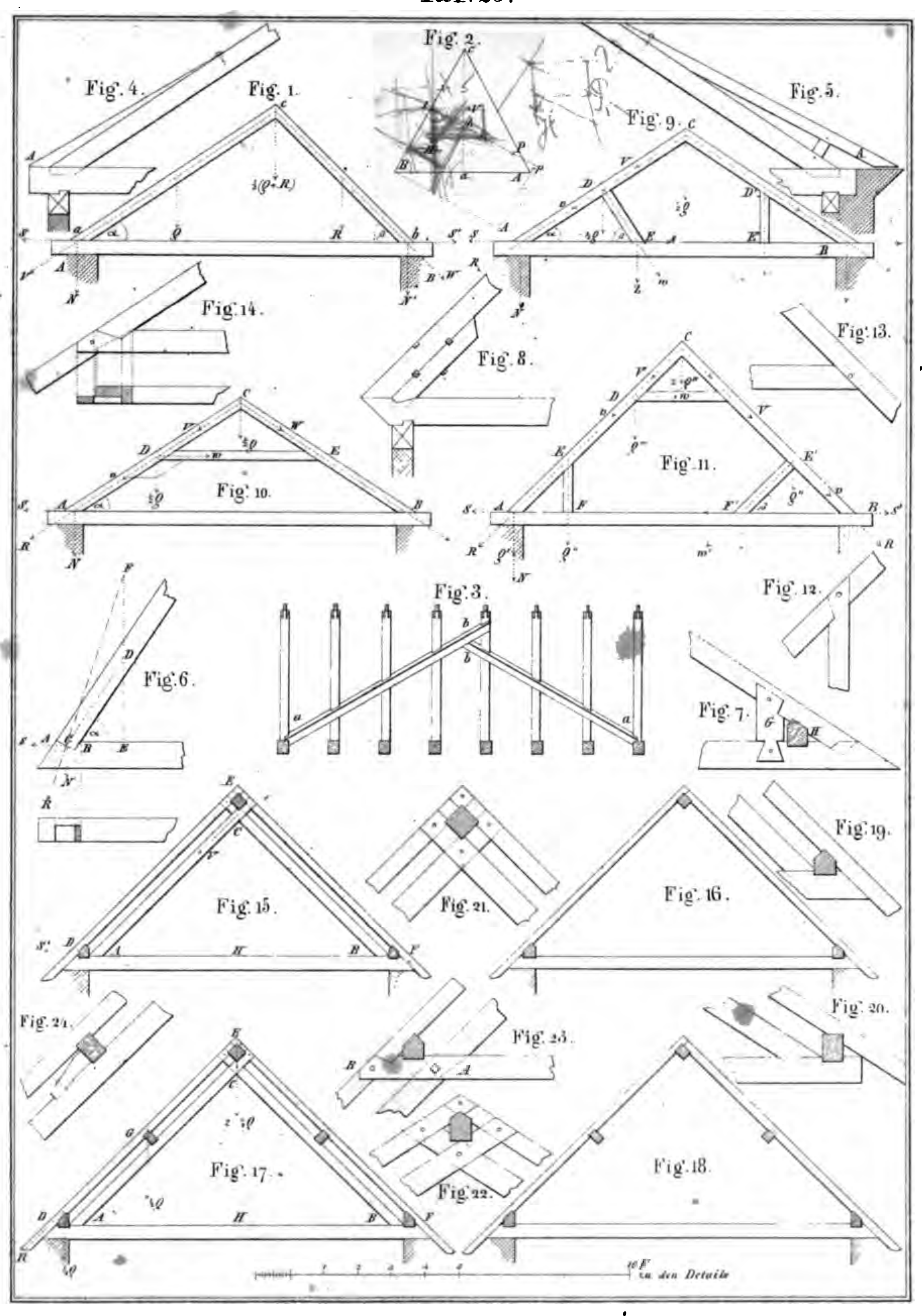
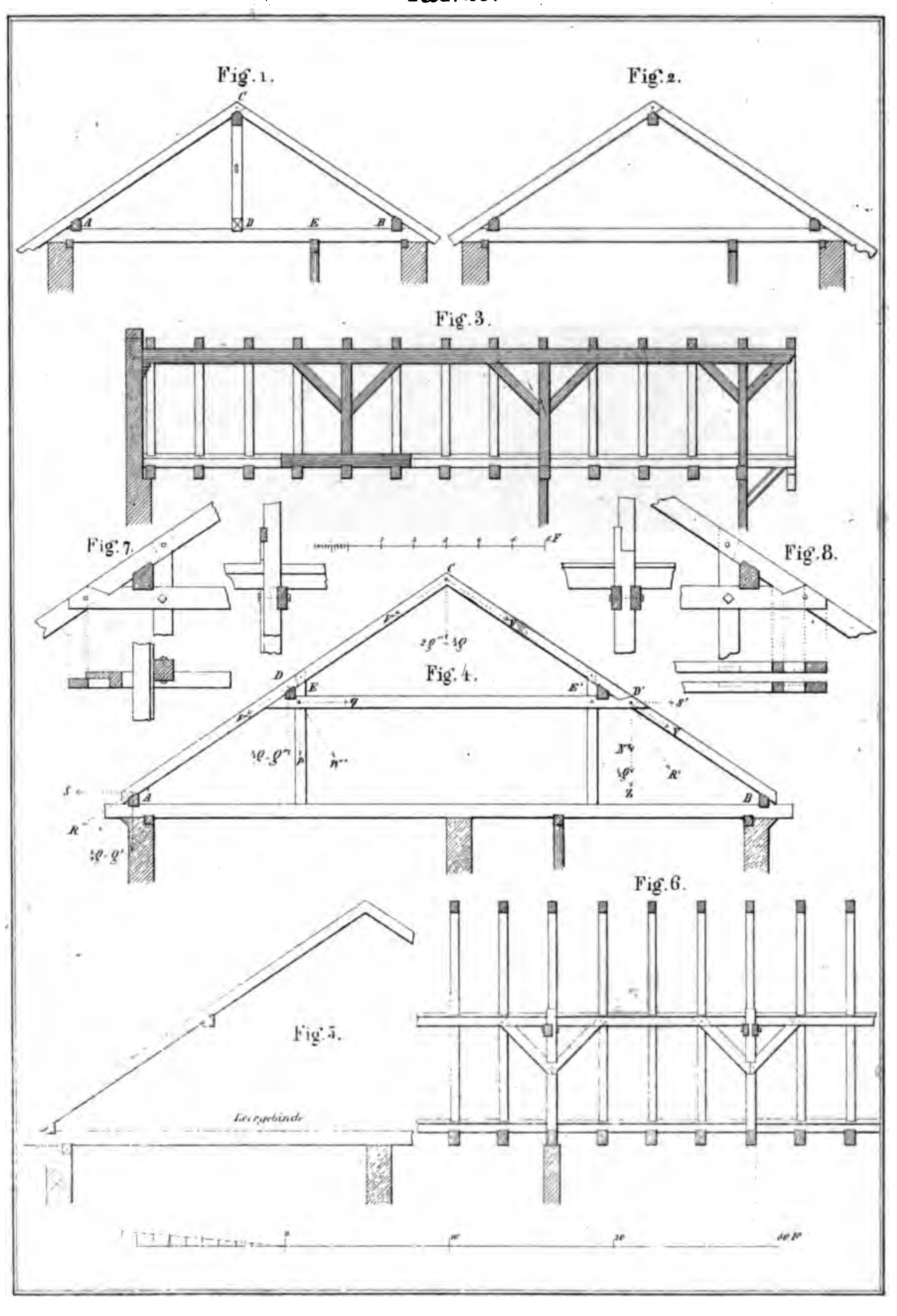


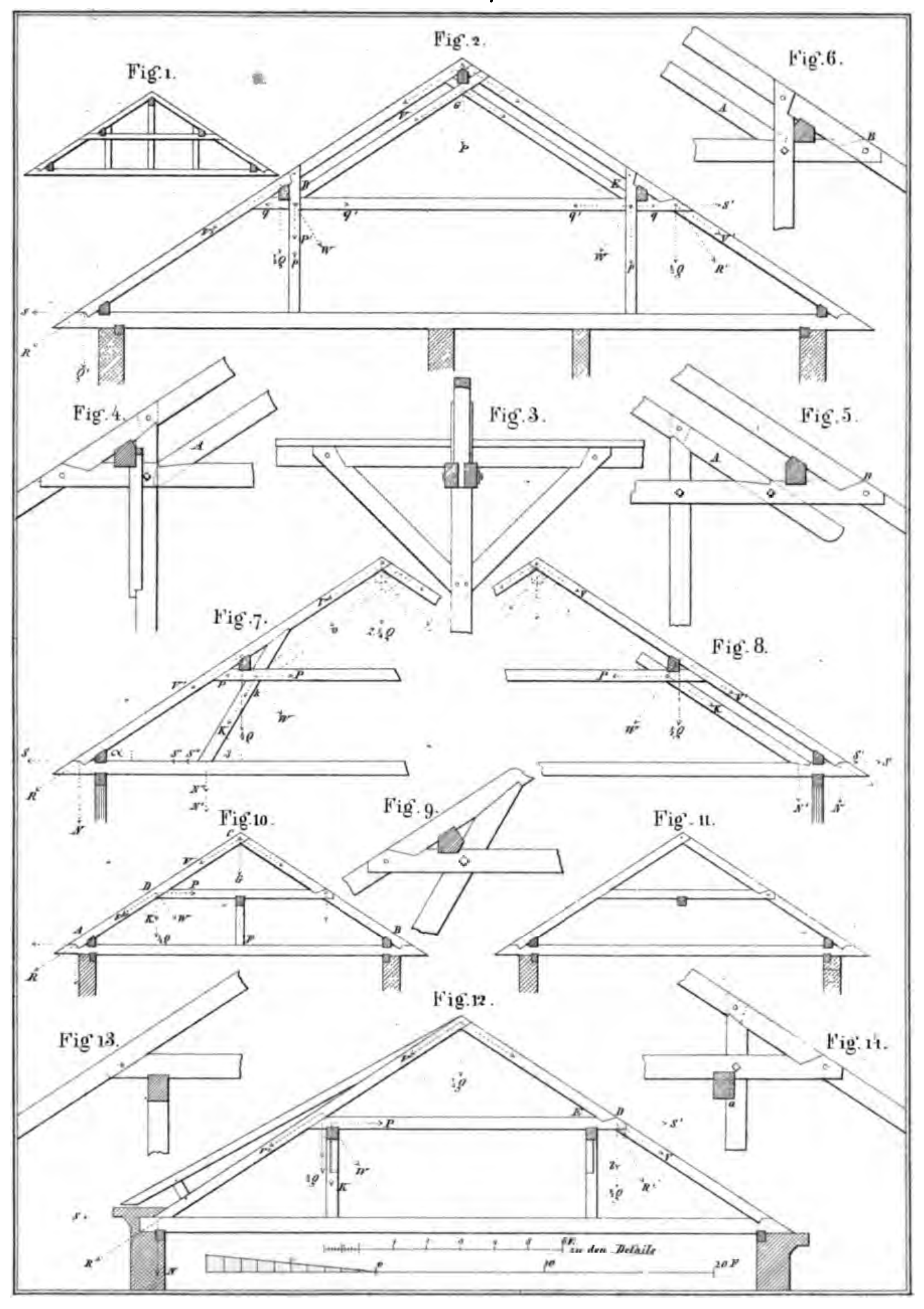
Fig. 5.
Fig. 4.
Fig. 1.
B
A
Fig. 6.
Fig. 2.
C
D
Fig. 3.
2 Mètre.
zu den Details.
20 F. württb.
9 Mètre.

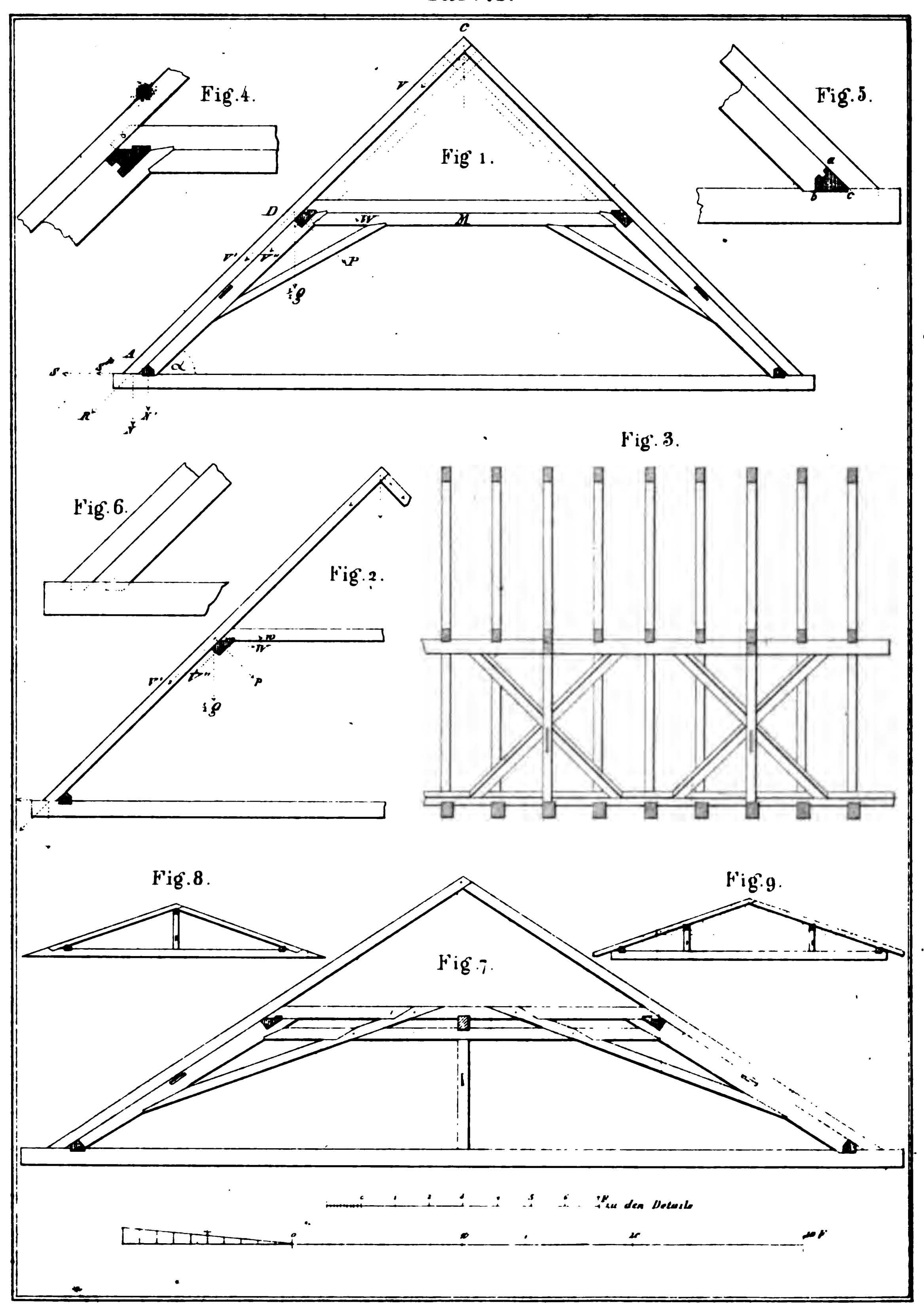


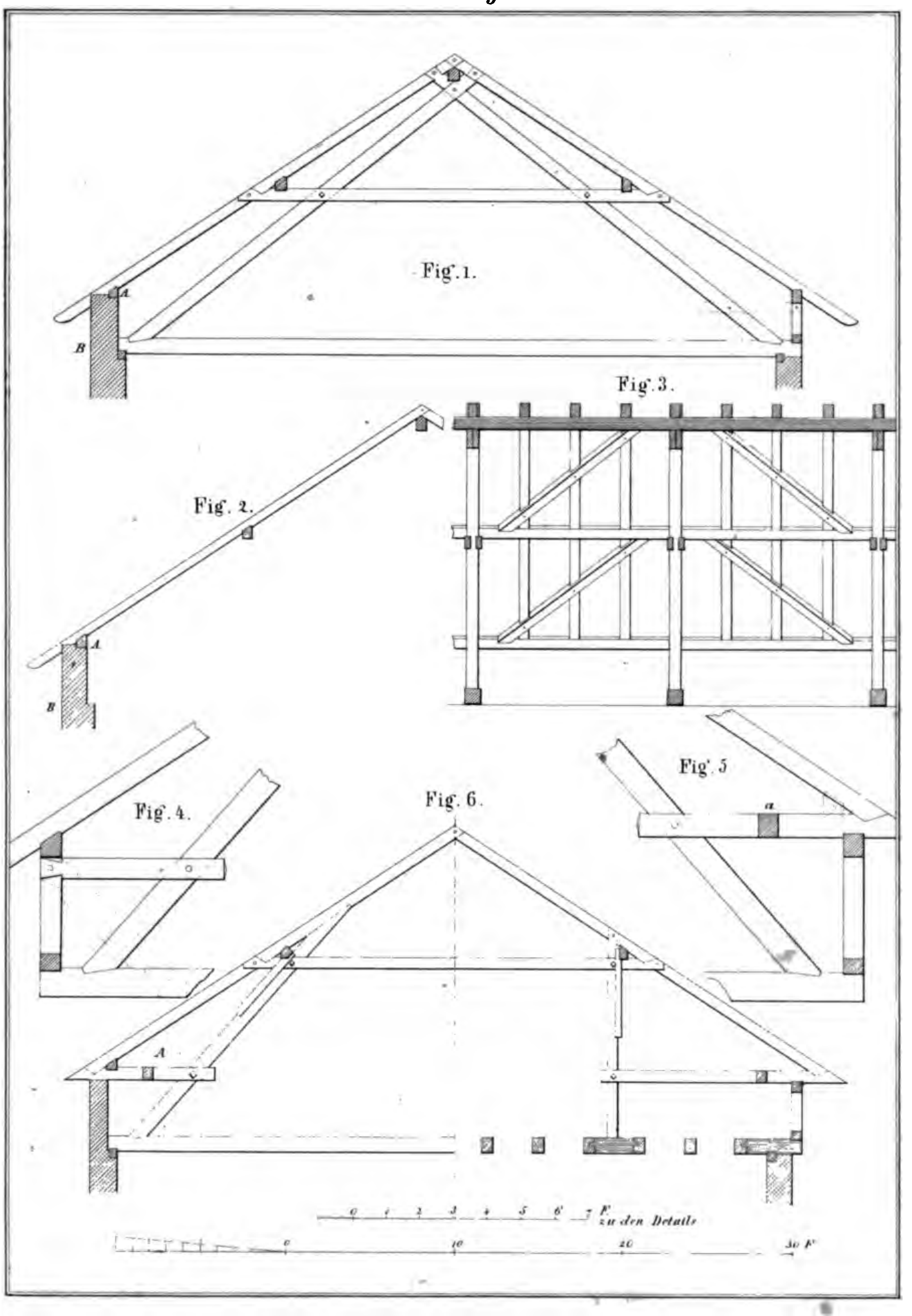

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24.
10 F zu den Details

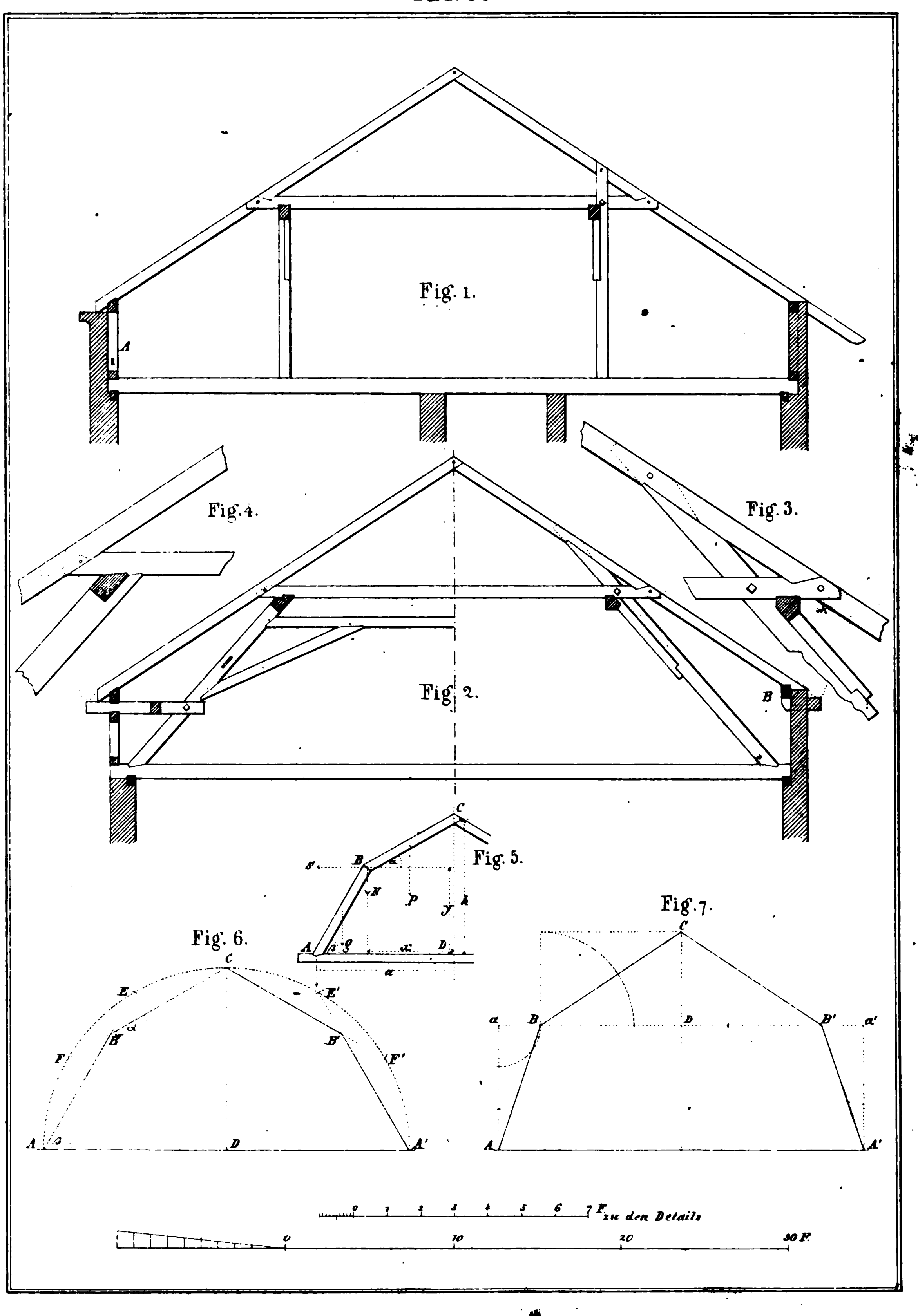

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Leergebinde

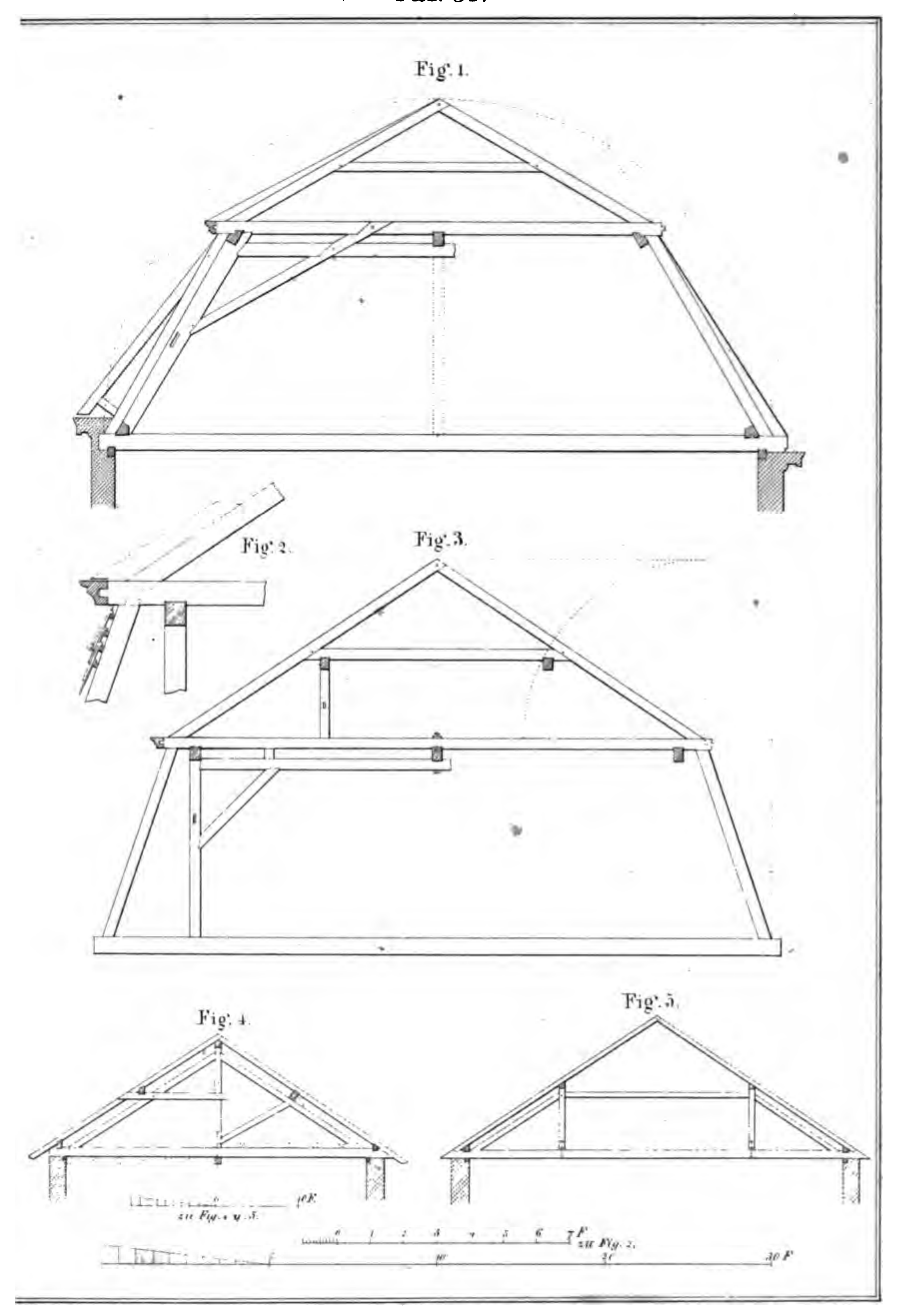
Taf. 27.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
zu den Details
20 F


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
zu den Details


Fig. 1.
A
B
Fig. 2.
A
B
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 6.
A
Fig. 5
a
0 1 2 3 4 5 6 7 F.
zu den Details
0
10
20
30 F.


Fig. 1.
A
Fig. 4.
Fig. 3.
Fig. 2.
B
Fig. 5.
C
B
A
D
α
Fig. 6.
C
E
E'
B
B'
F
F'
A
D
A'
Fig. 7.
C
a
B
D
B'
a'
A
A'
0 1 2 3 4 5 6 7 F zu den Details
0 10 20 30 F.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
10 F
zu Fig. 4 u. 5.
0 1 2 3 4 5 6 7 F
zu Fig. 2.
5 10 20 30 F

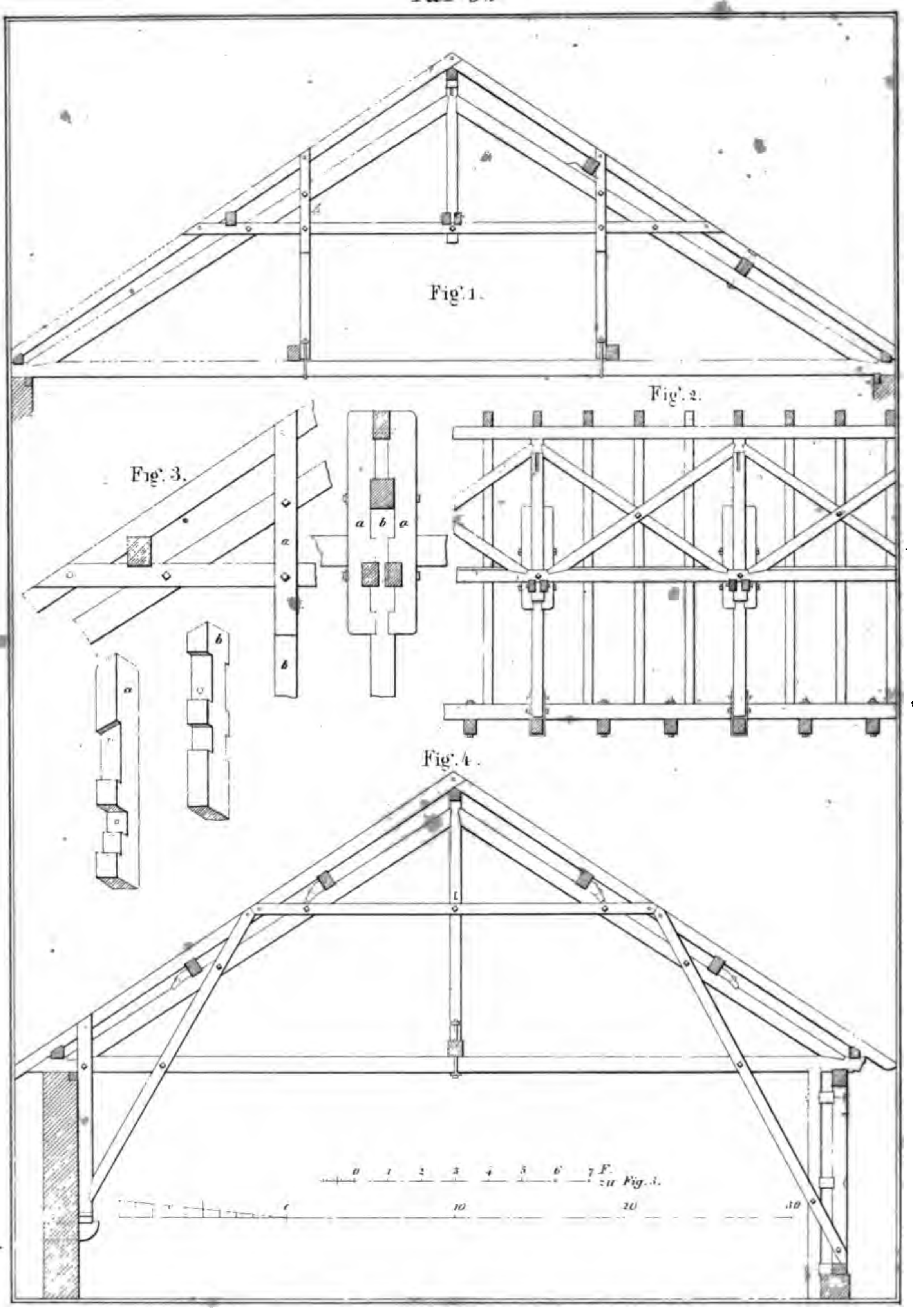
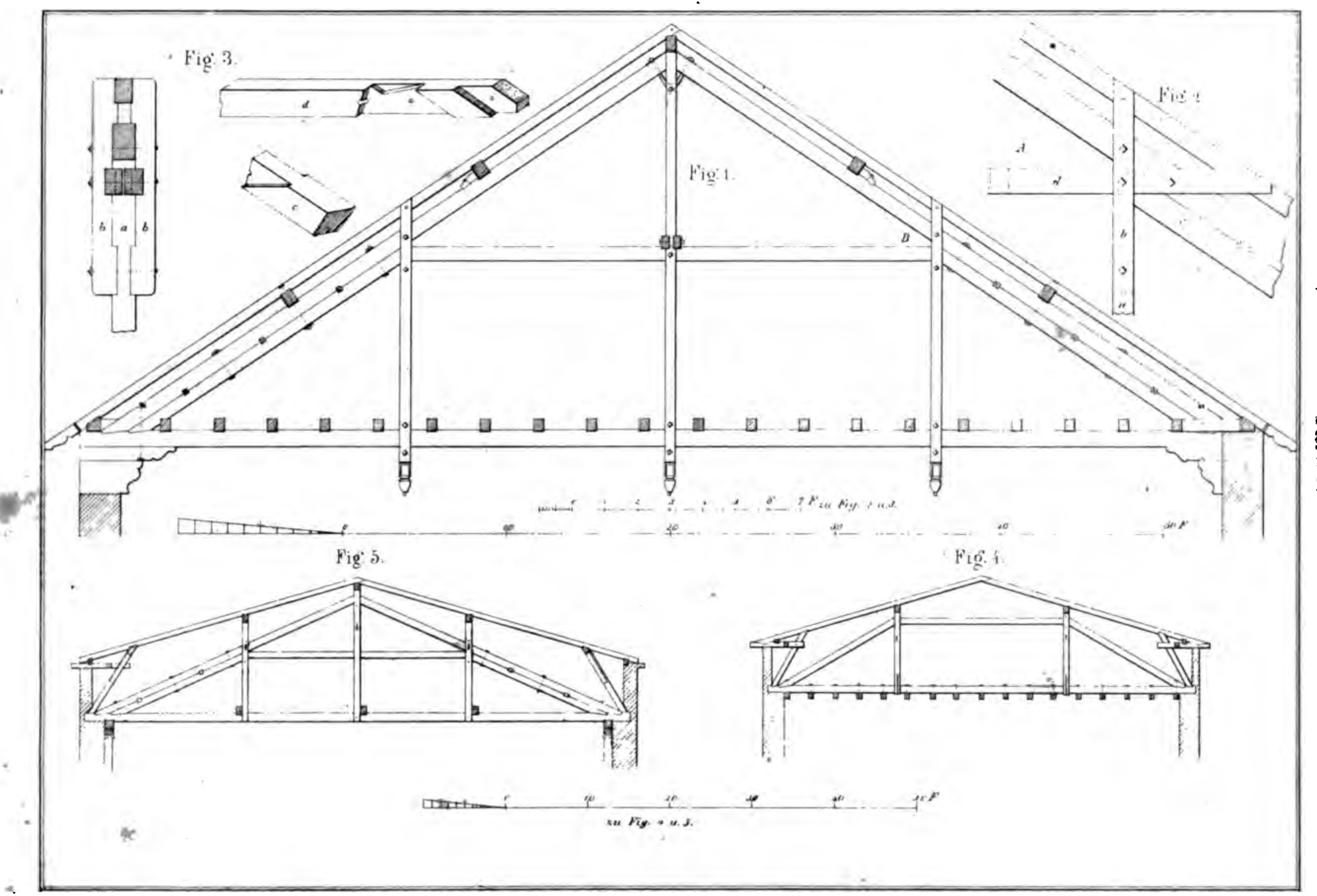


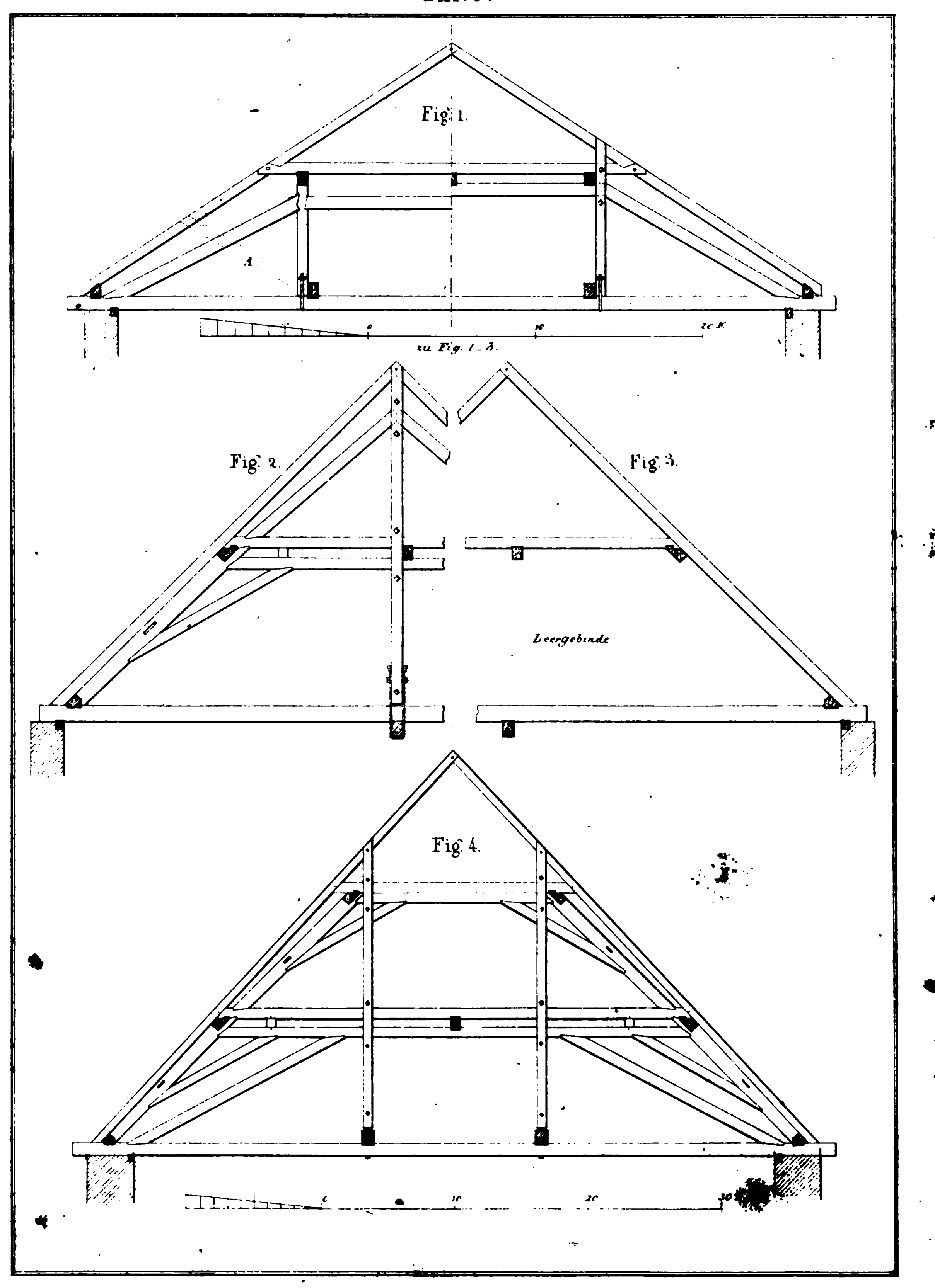
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
a
b
a
b
a
a
b
Fig. 4.
0 1 2 3 4 5 6 7 F.
zu Fig. 3.
10
20
30

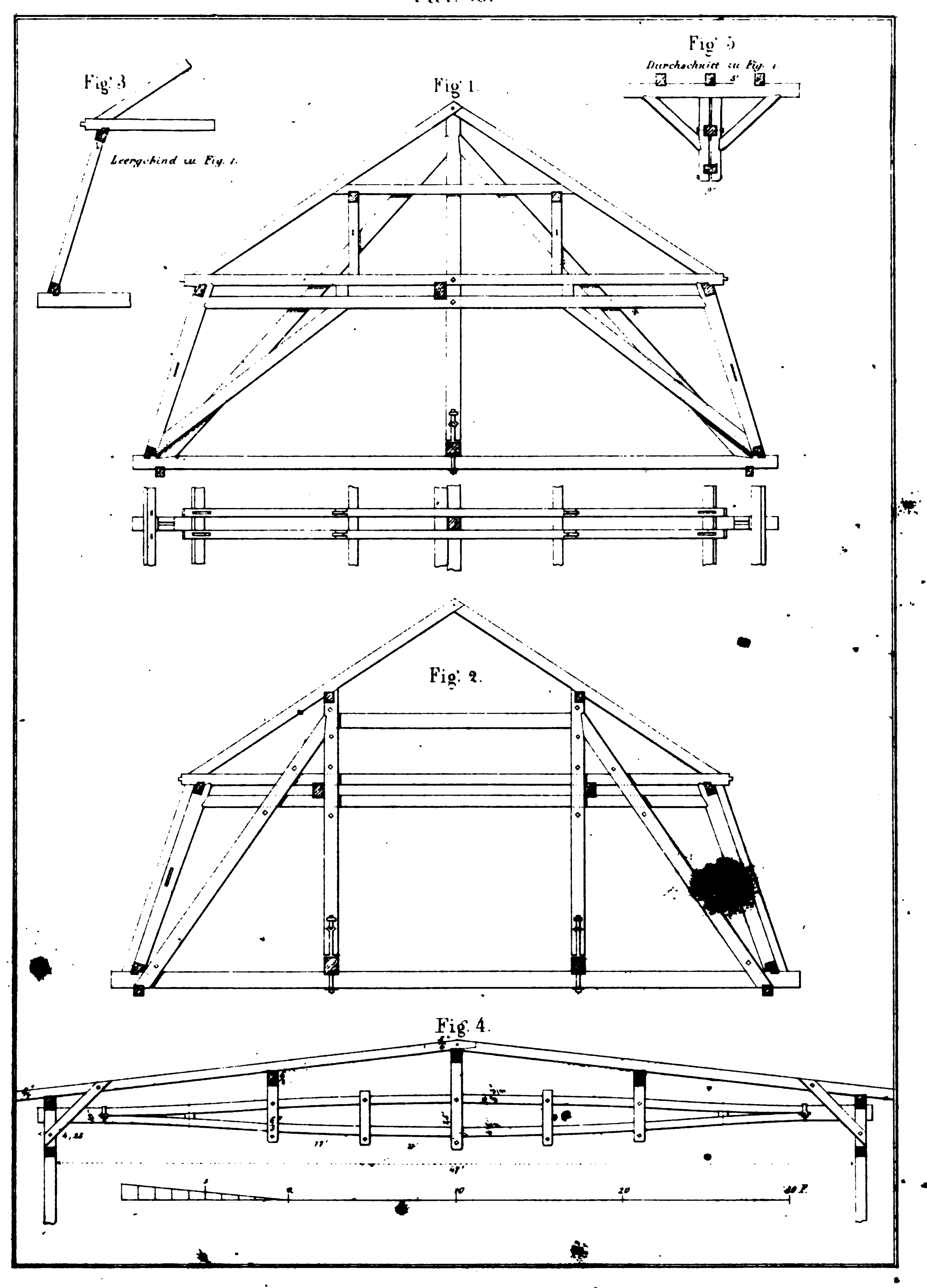


Taf. 33.



Taf. 34.

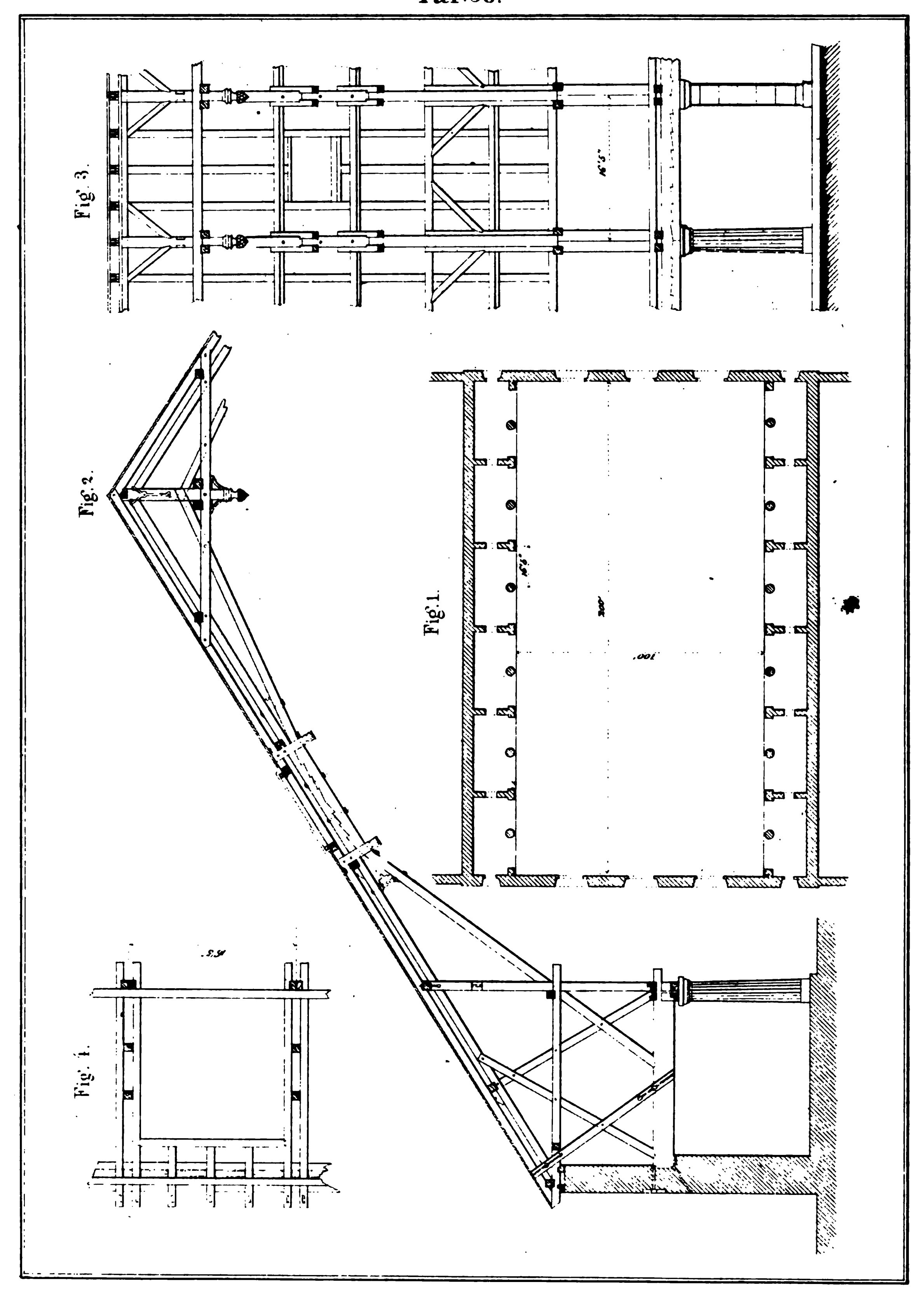


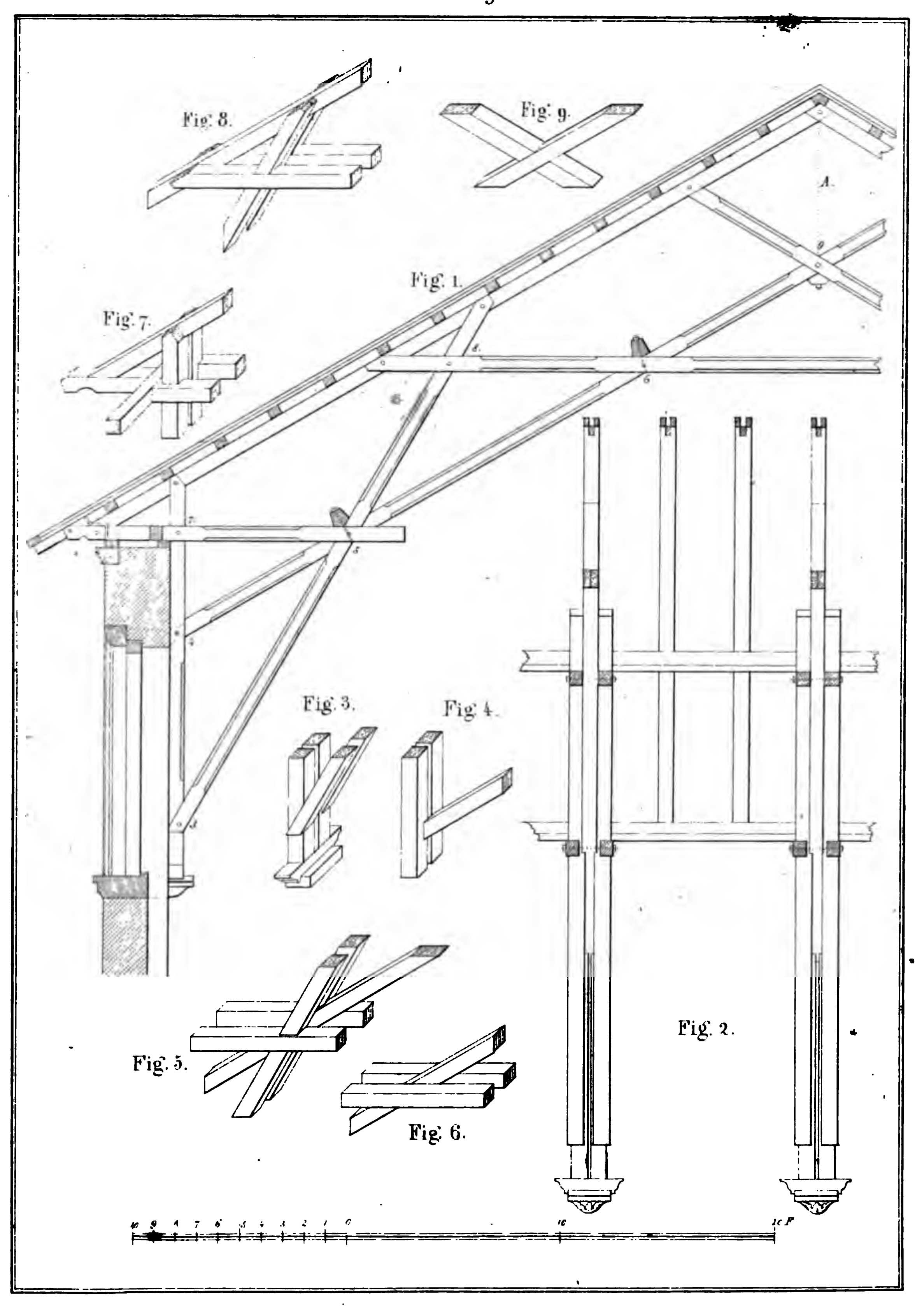

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3
Leergebind zu Fig. 1.
Fig. 4.
Fig. 5
Durchschnitt zu Fig. 1.
10
20
30 F.

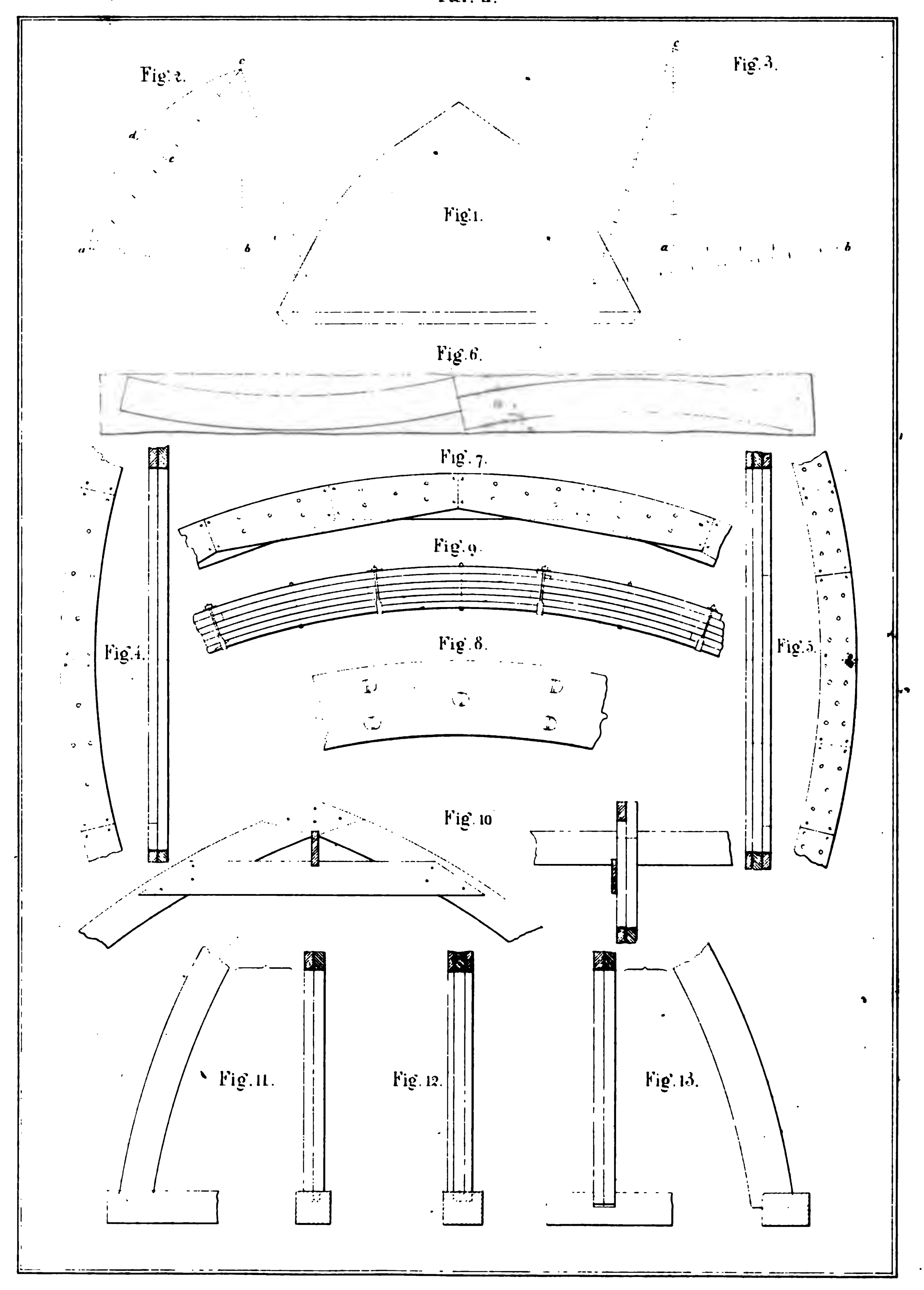
Taf. 37.

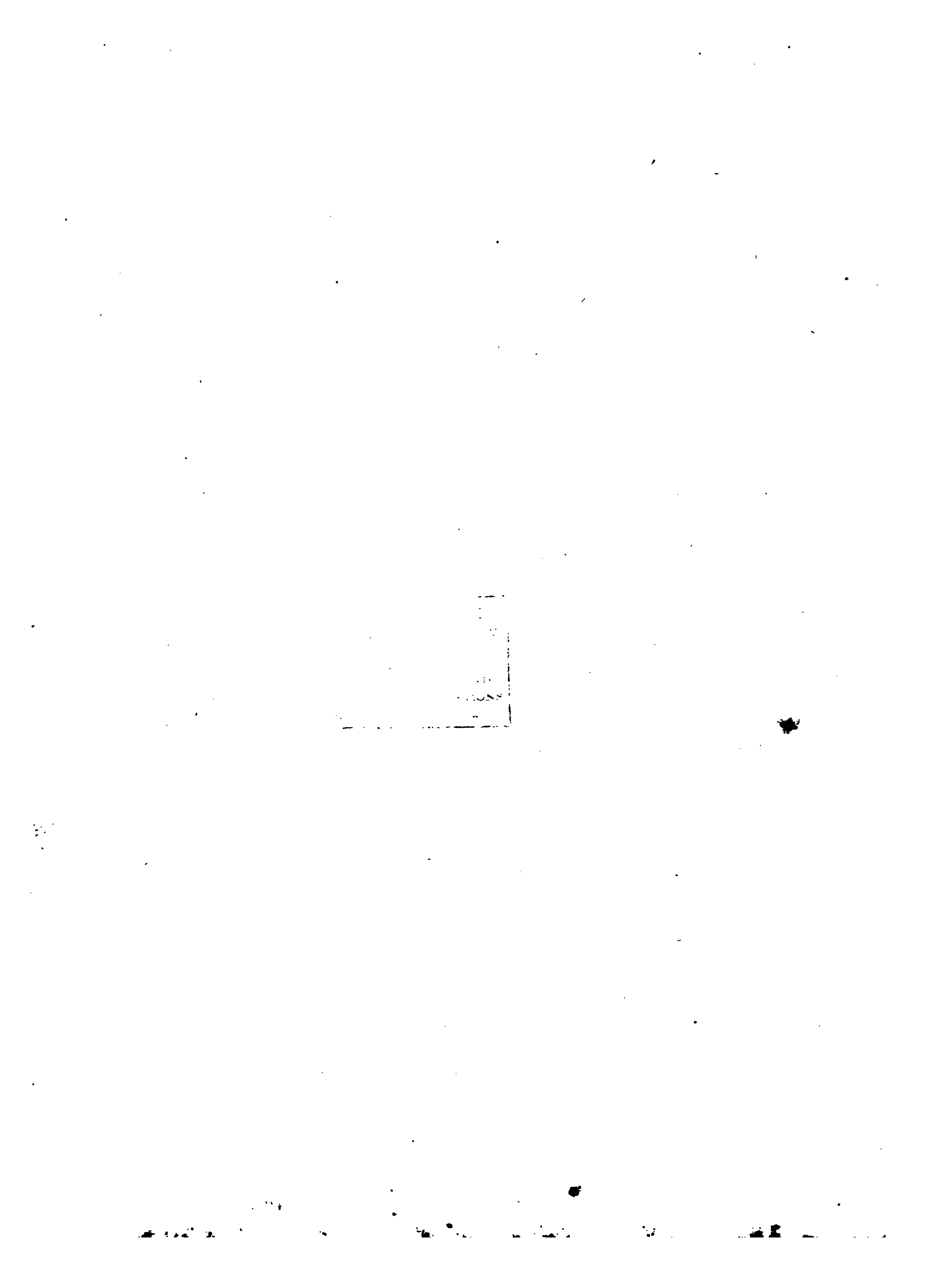
Fig. 2.

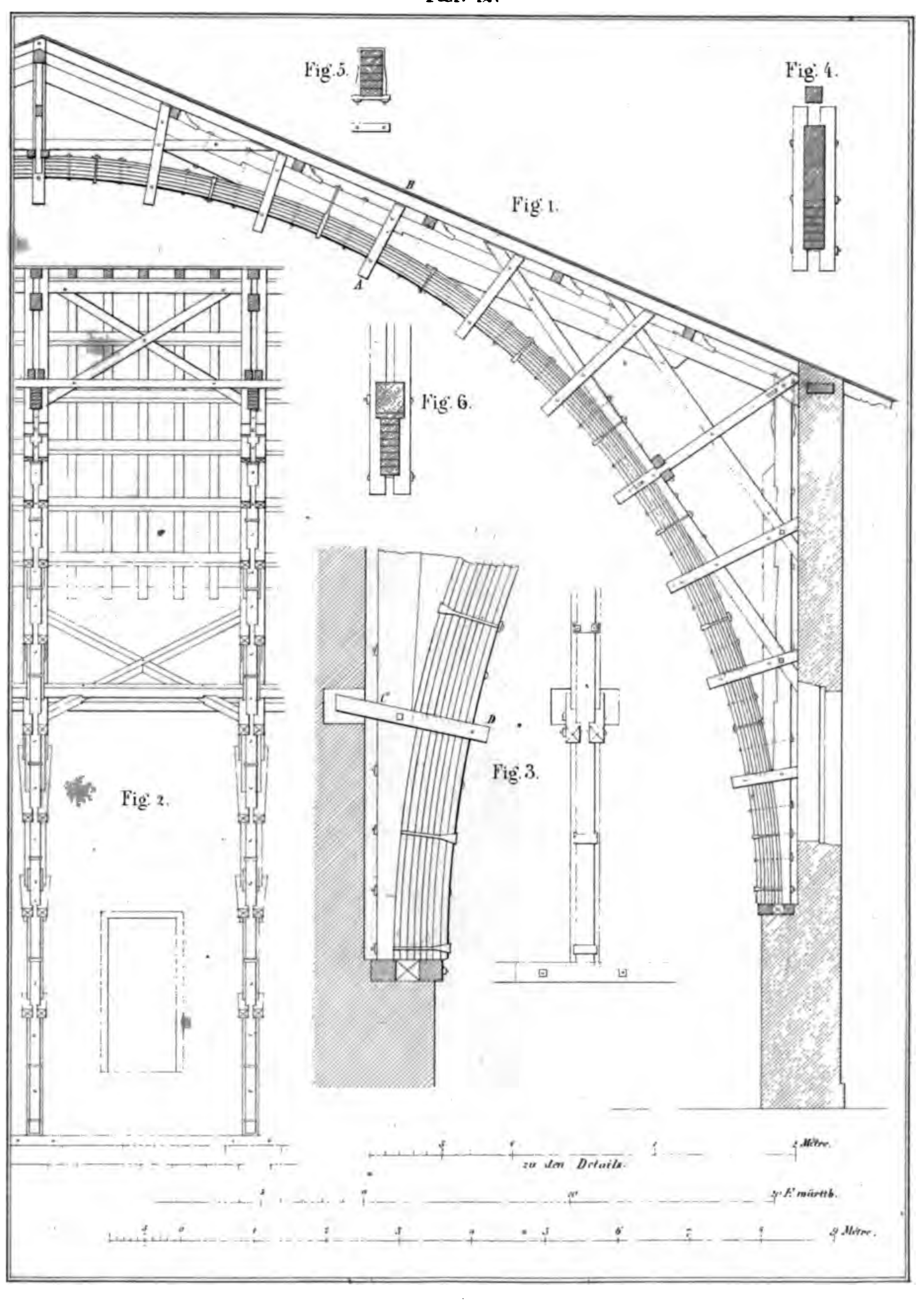
Fig. 1.

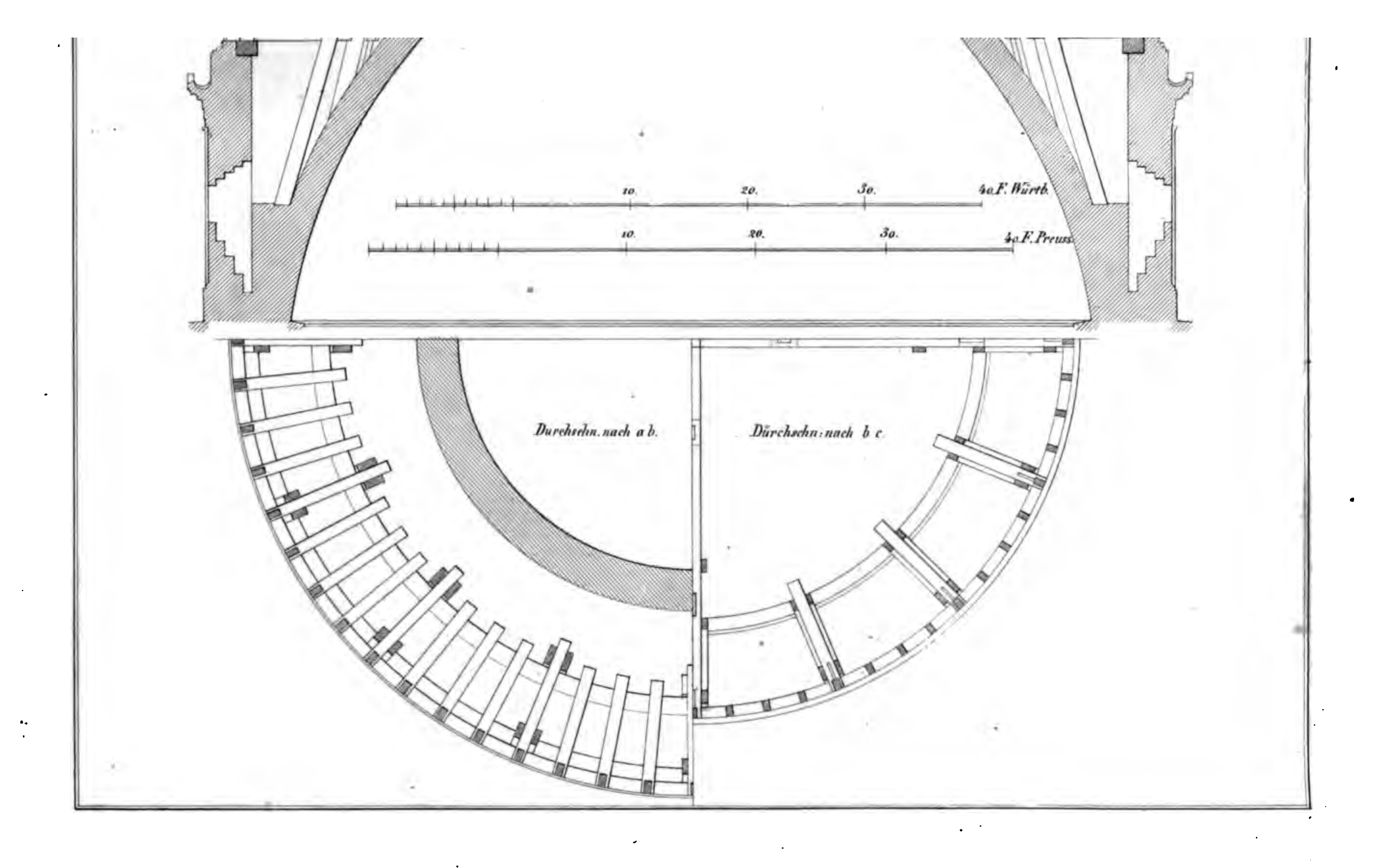

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.


Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 1.
A.
Fig. 7.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 2.
10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0
10
20 F

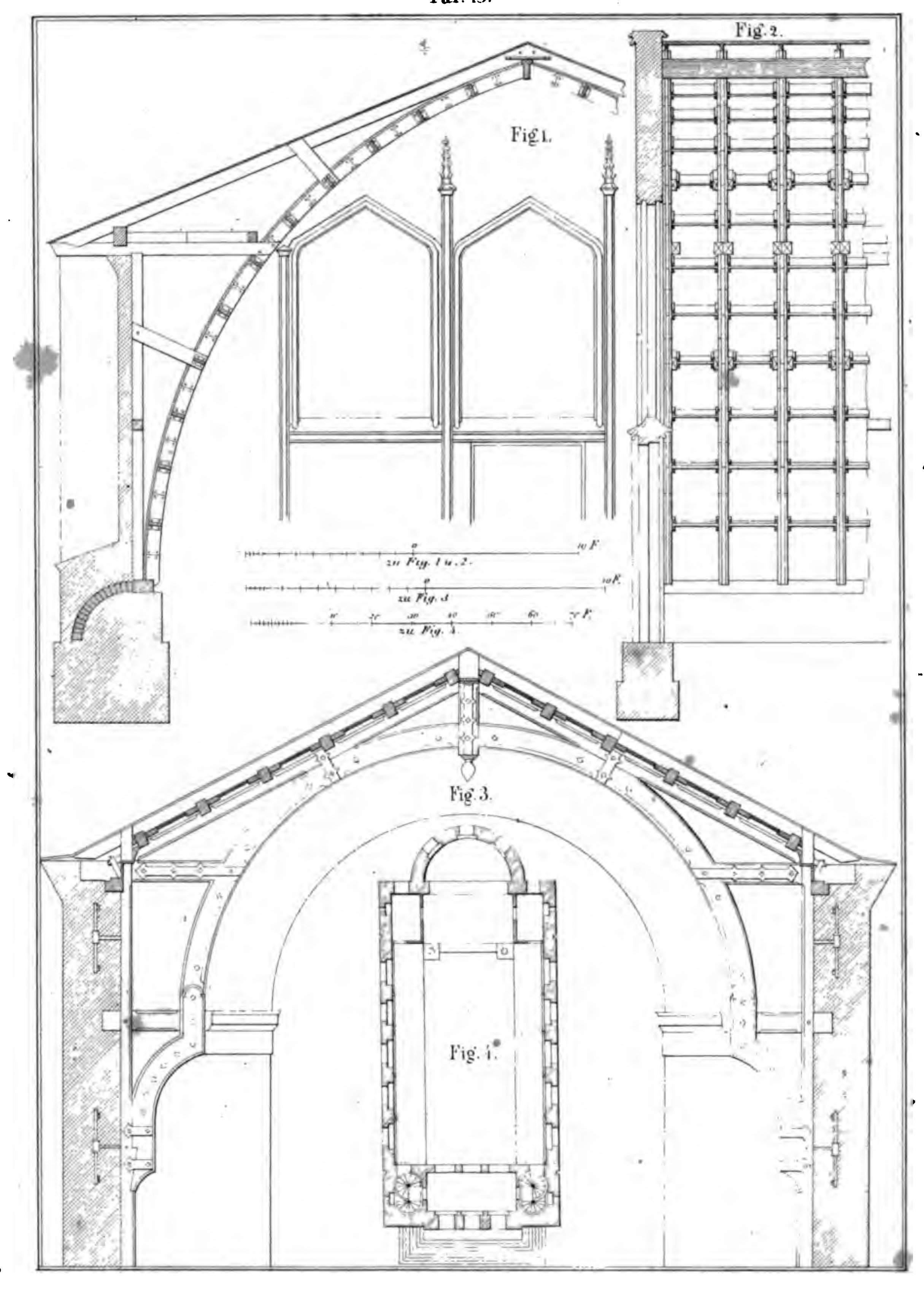

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.

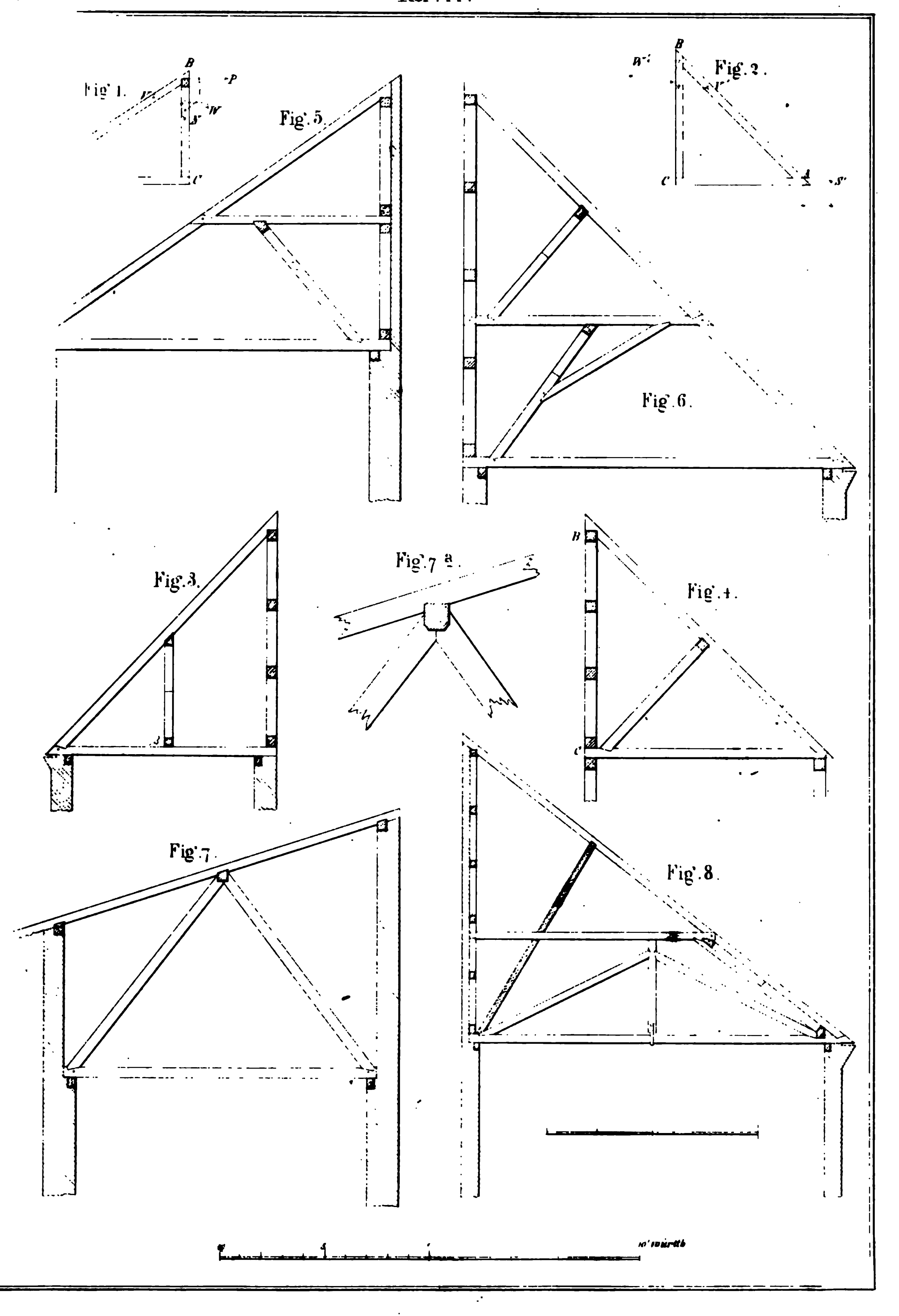


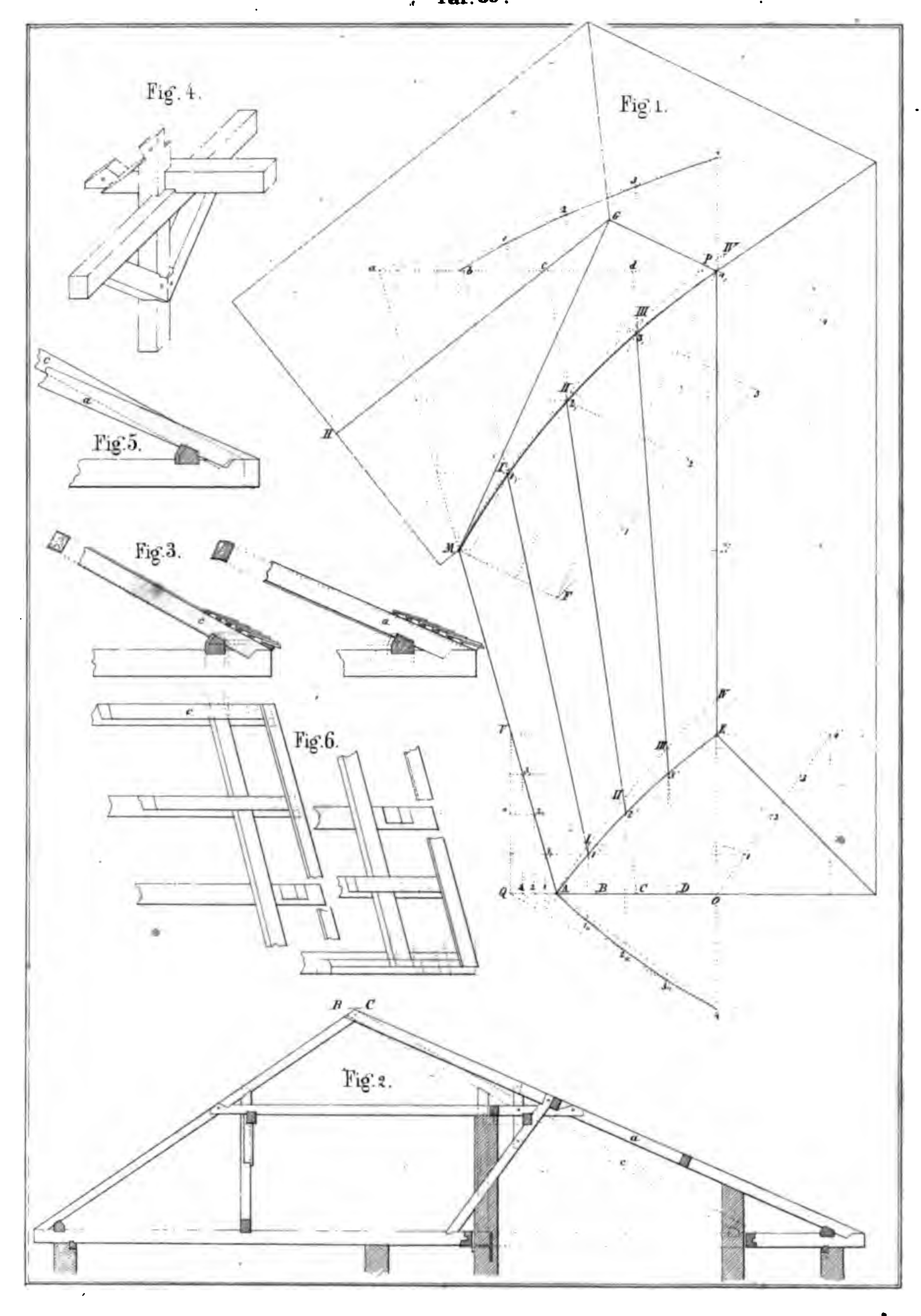

Fig. 5.
Fig. 4.
Fig. 1.
B
A
Fig. 6.
C
D
Fig. 3.
Fig. 2.
Mètre.
zu den Details.
Mètre.


10. 20. 30. 40.F. Würtb.
10. 20. 30. 40.F. Preuss.
Durchschn. nach a b.
Dürchschn: nach b c.

Taf. 43.




Fig. 1.
B
P
W
S
C
Fig. 5.
Fig. 2.
B
P
C
A
S
Fig. 6.
Fig. 3.
Fig. 7 a.
Fig. 4.
B
C
Fig. 7.
Fig. 8.


Fig. 4.
Fig. 1.
Fig. 5.
Fig. 3.
Fig. 6.
Fig. 2.

Taf. 46.

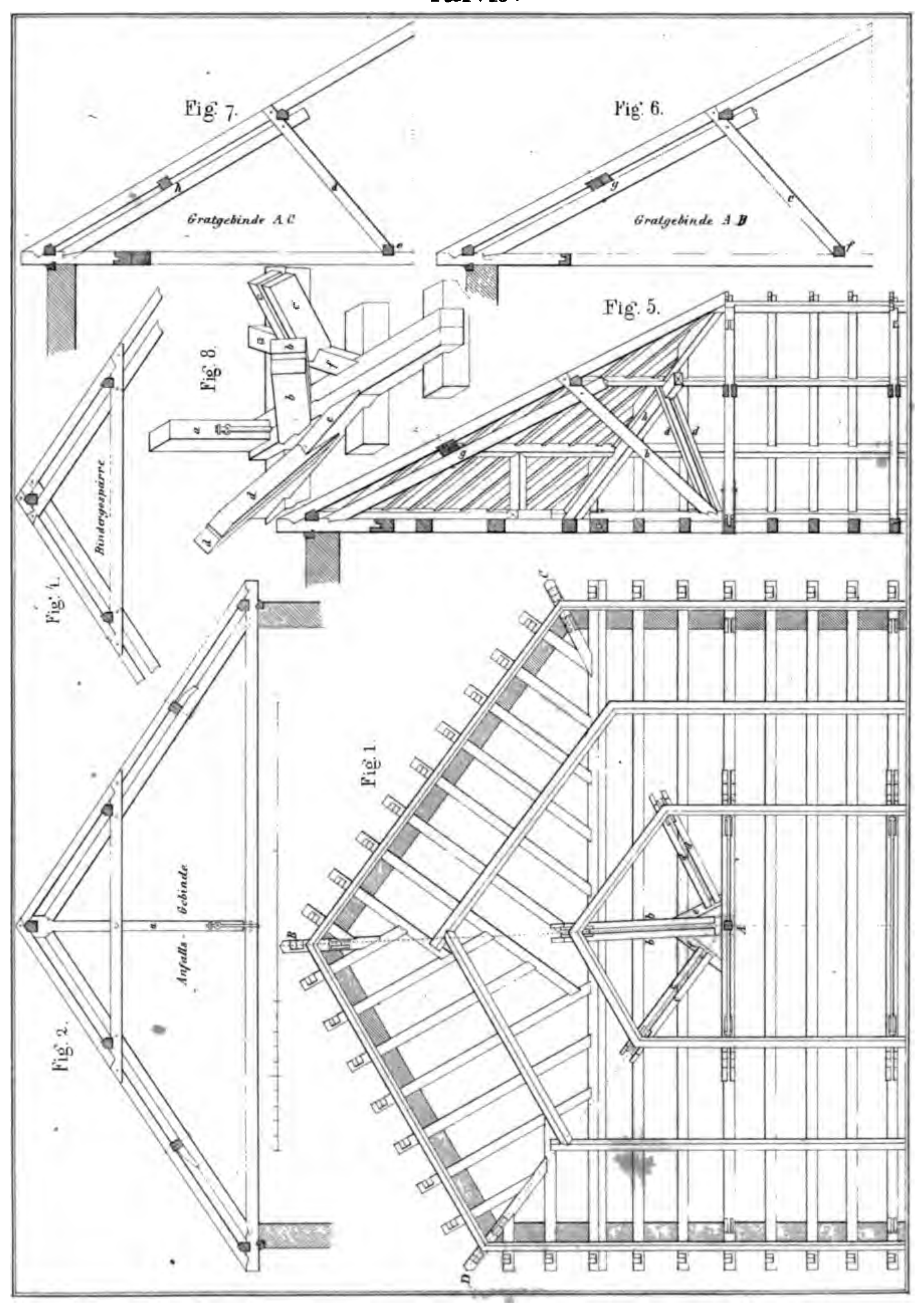


Fig. 7.
Gratgebinde A.C
Fig. 6.
Gratgebinde A.B
Fig. 5.
Fig. 8
Fig. 4.
Bindergesparre
Fig. 1.
Fig. 2.
Anfalls-Gebinde

Taf. 47.

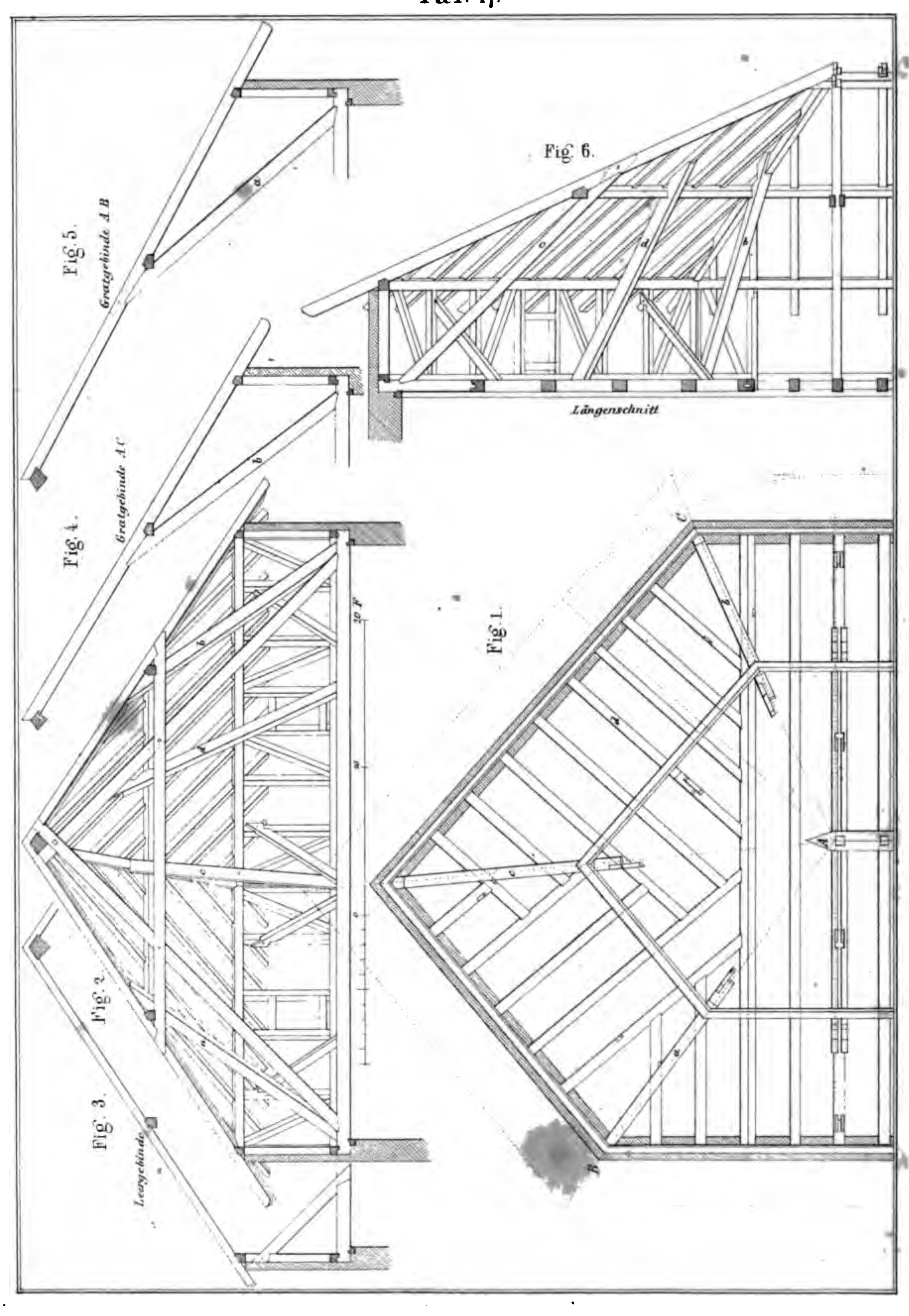
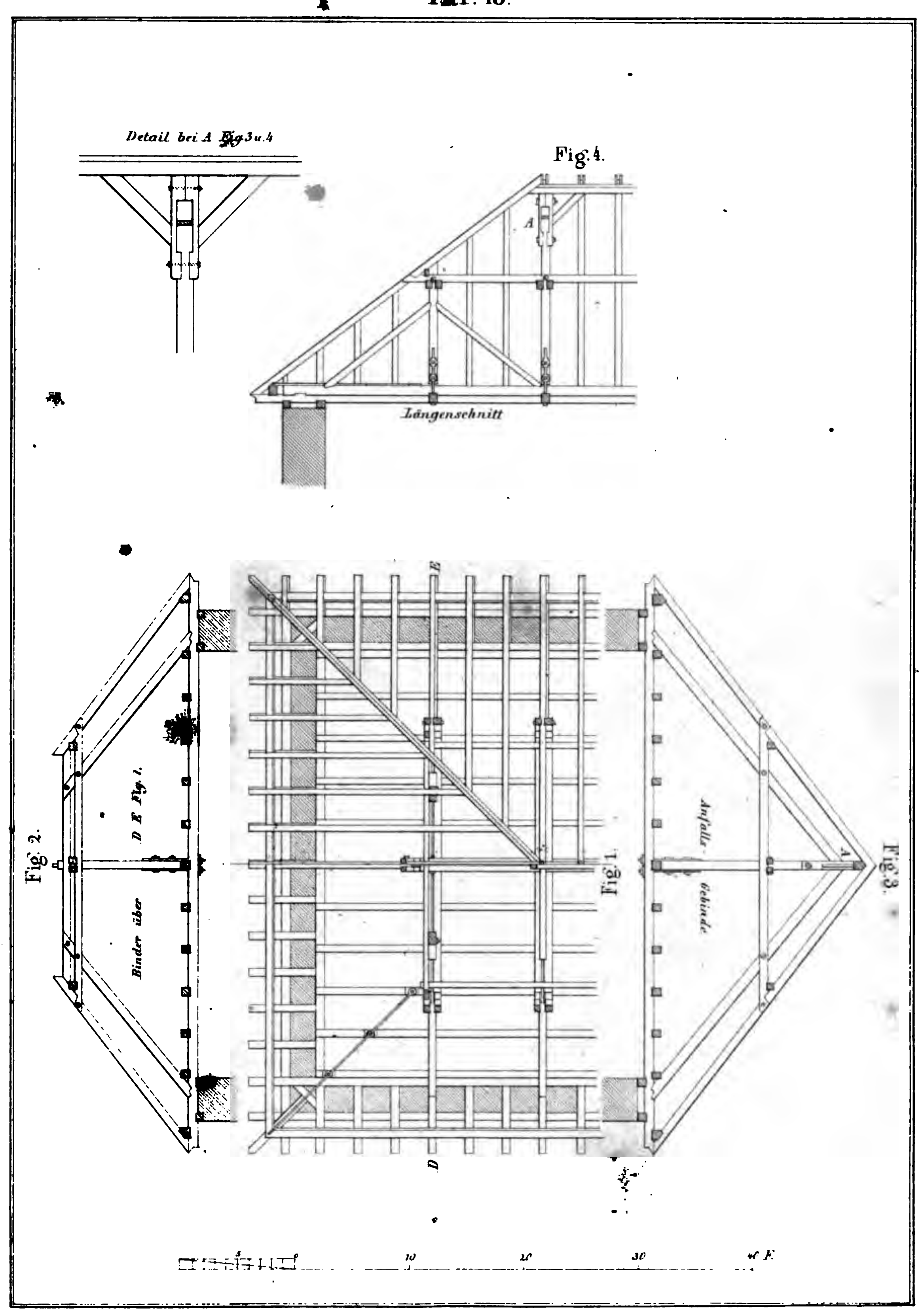


Fig. 6.
Längenschnitt
Fig. 5.
Gratgebinde A B
Fig. 4.
Gratgebinde A C
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Leergebinde
A
B
C


Detail bei A Fig. 3 u. 4
Fig. 4.
A
Längenschnitt
Fig. 2.
Binder über D E Fig. 1.
E
D
Fig. 1.
Anfalls Gebinde
Fig. 3.
A
10
20
30
40 F.

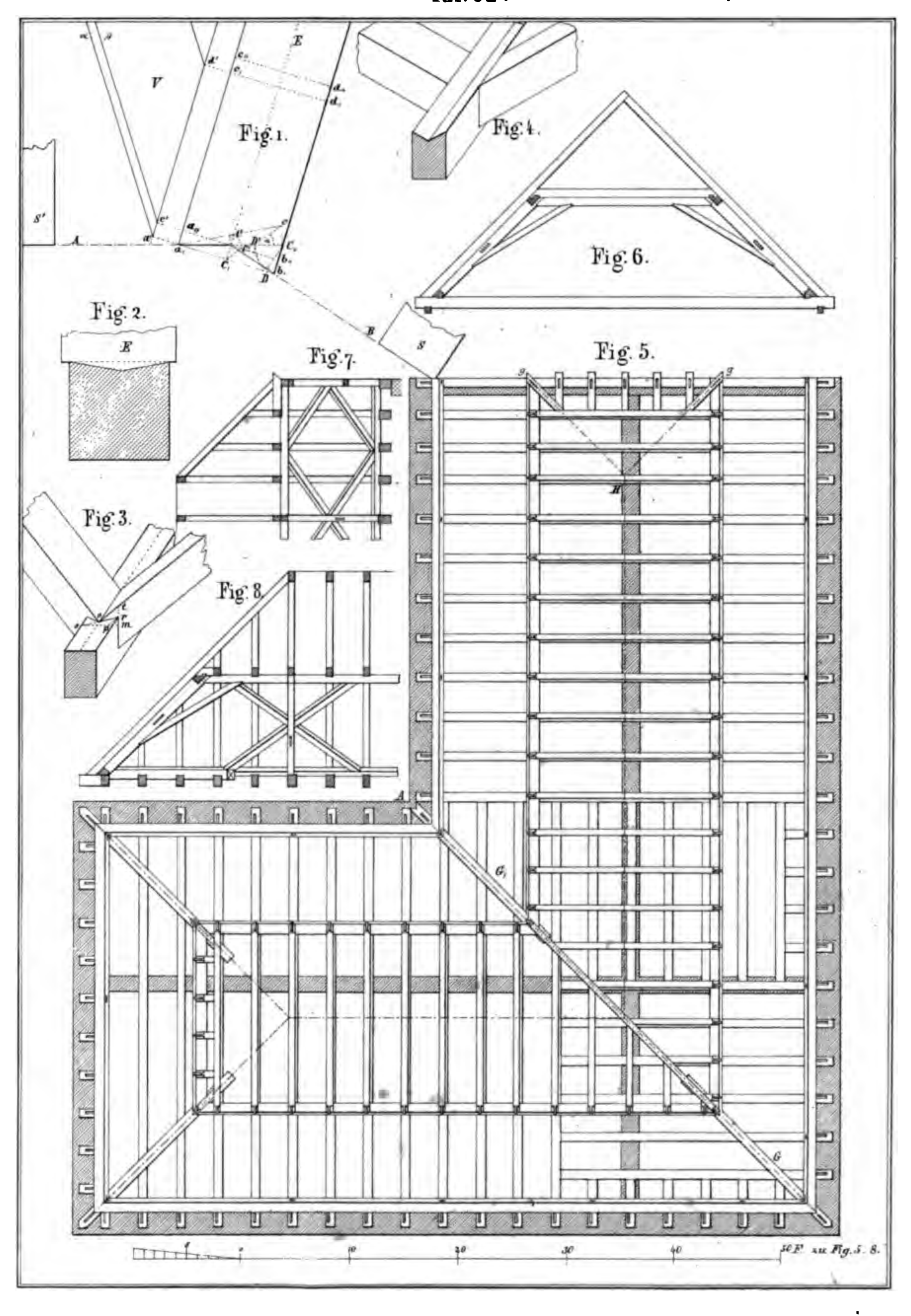
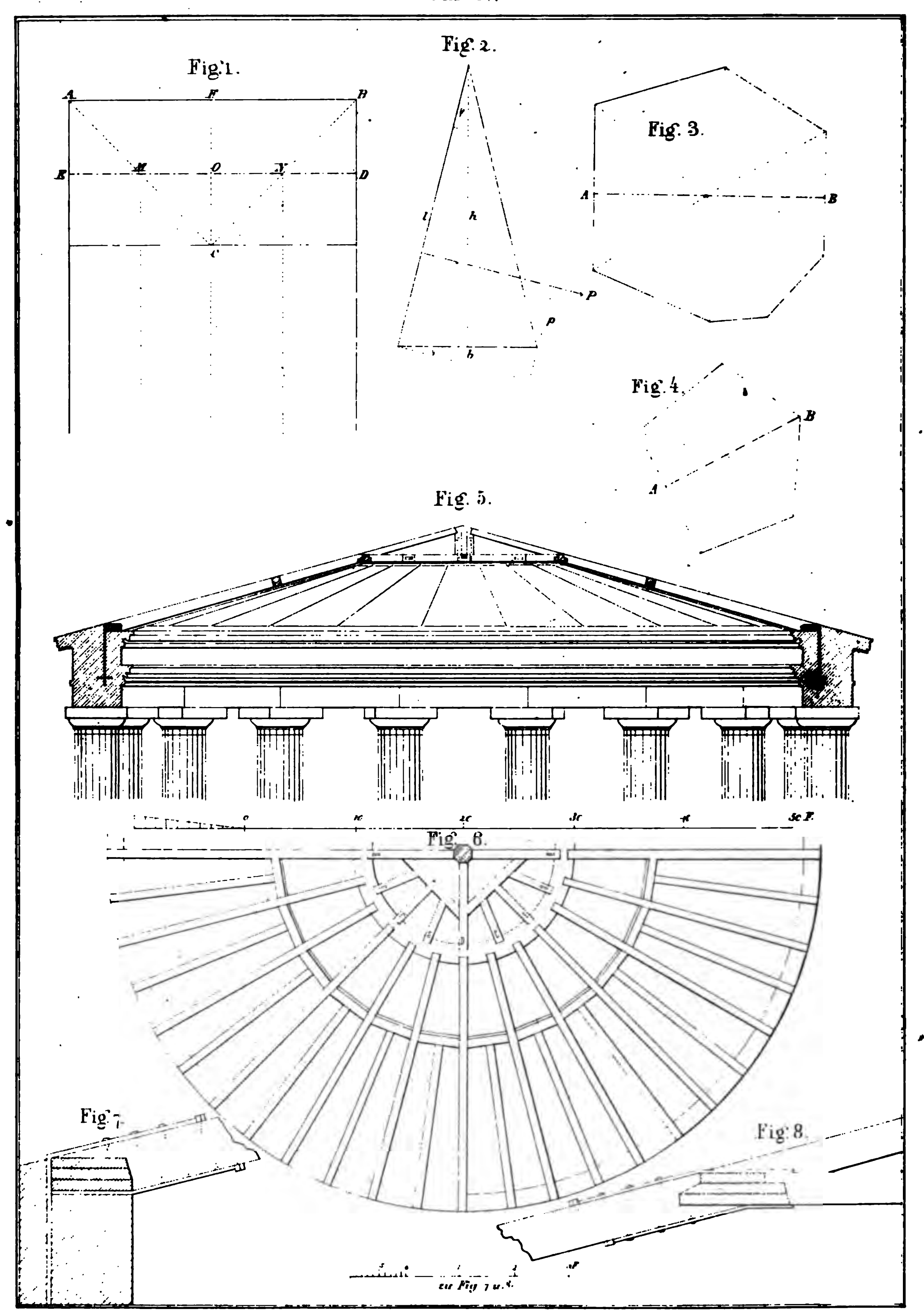
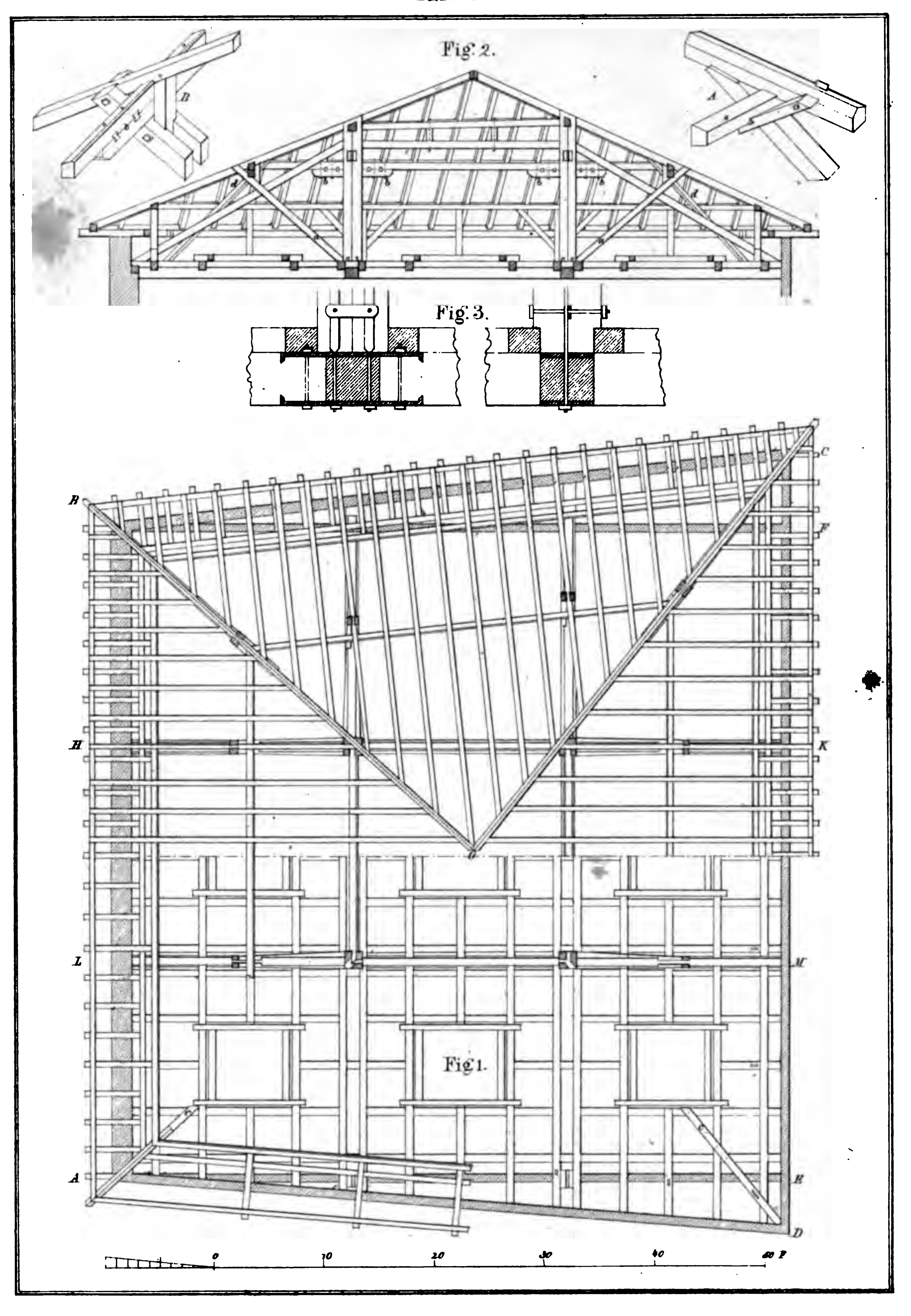


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
10
20
30
40
50 F. zu Fig. 5. 8.


Fig. 1.
A
F
B
E
M
O
N
D
C
Fig. 2.
l
h
P
p
b
Fig. 3.
A
B
Fig. 4.
B
A
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7
Fig. 8.
zu Fig. 7 u. 8.

Taf. 51.



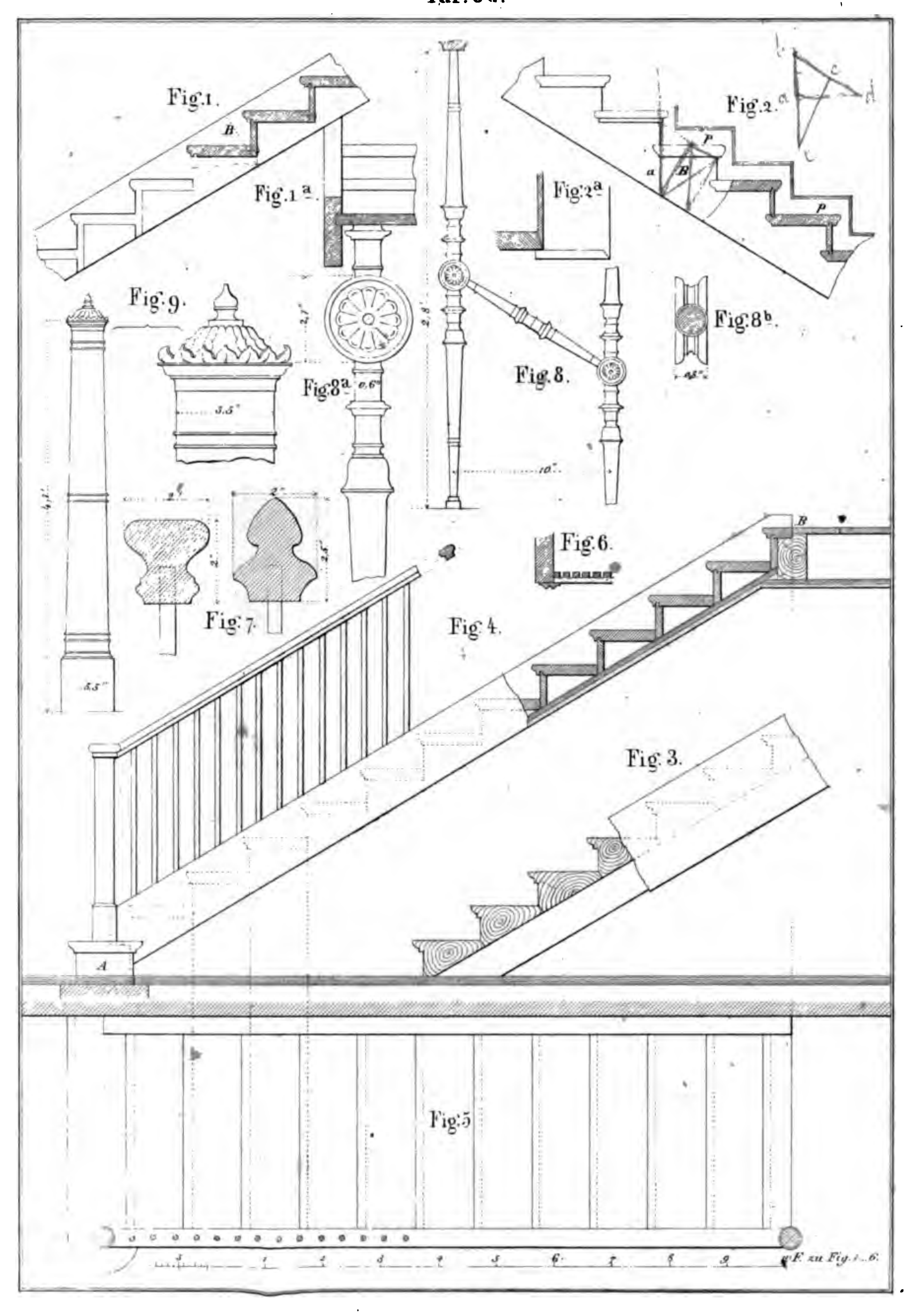
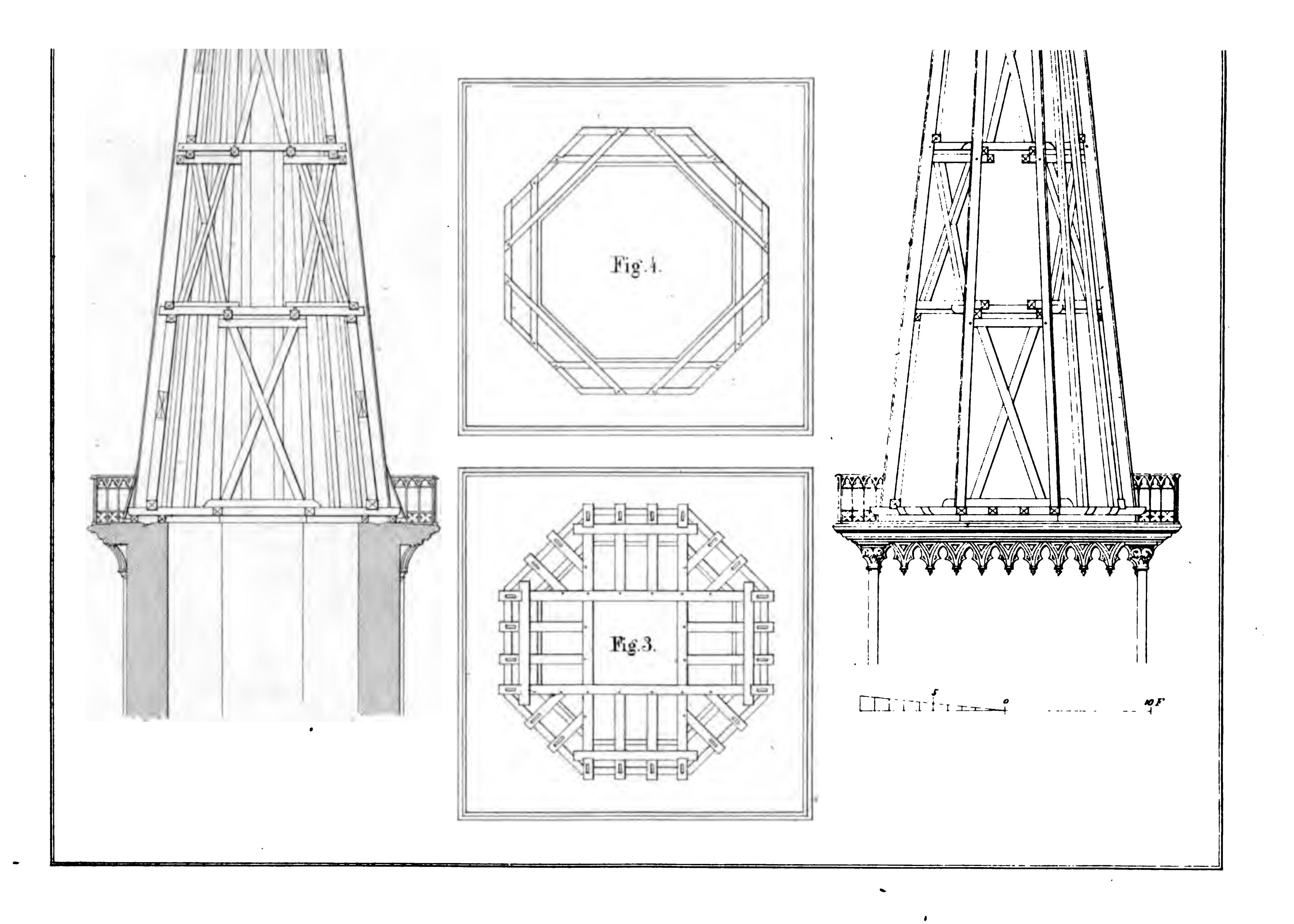
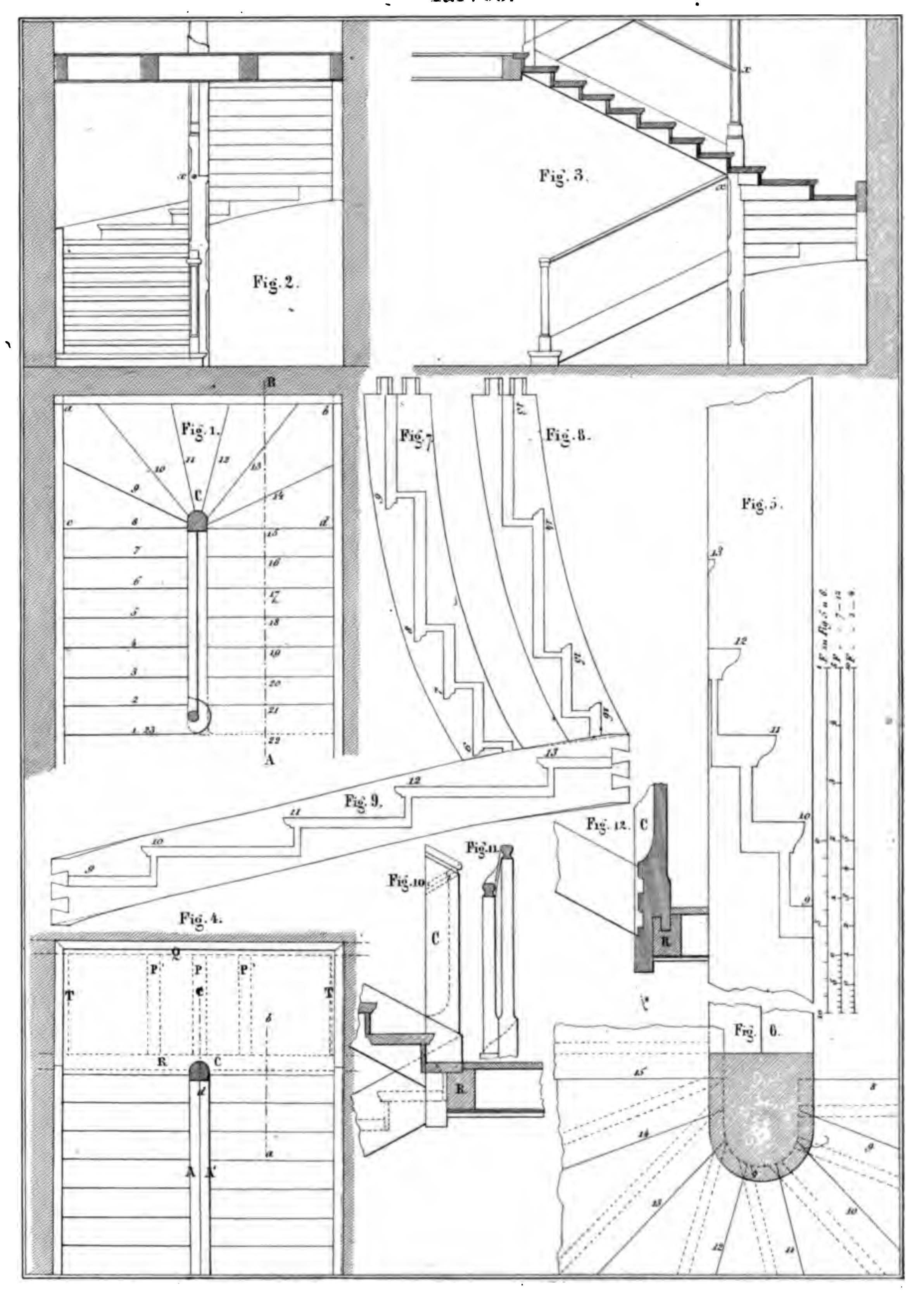


Fig. 1.
B
Fig. 1 a.
Fig. 2.
Fig. 2 a
Fig. 8 b.
Fig. 9.
Fig. 8 a.
Fig. 8.
Fig. 7.
Fig. 6.
Fig. 4.
Fig. 3.
A
Fig. 5
F. zu Fig. 1...6.


Fig. 4.
Fig. 3.
5
0
10 F


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.

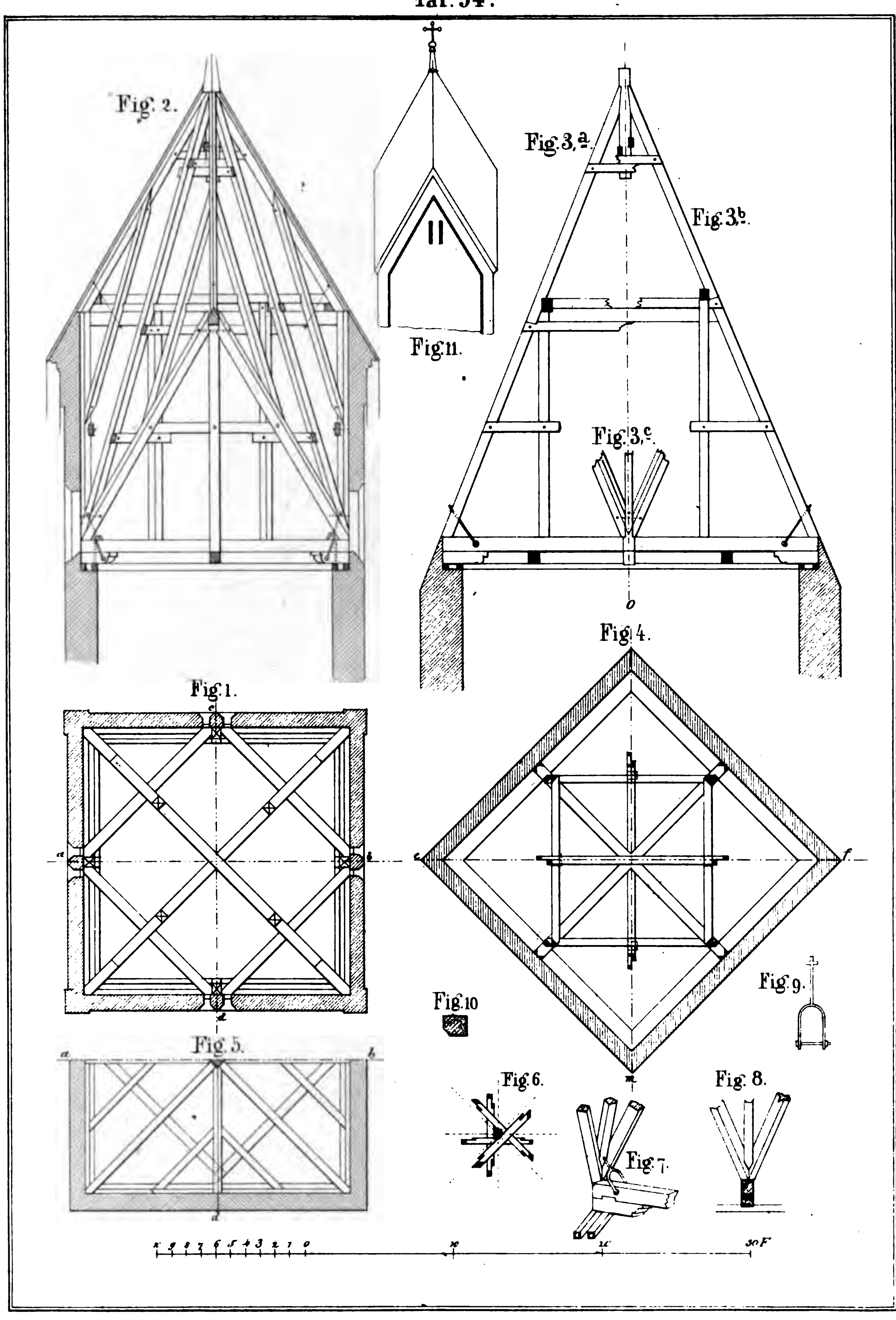
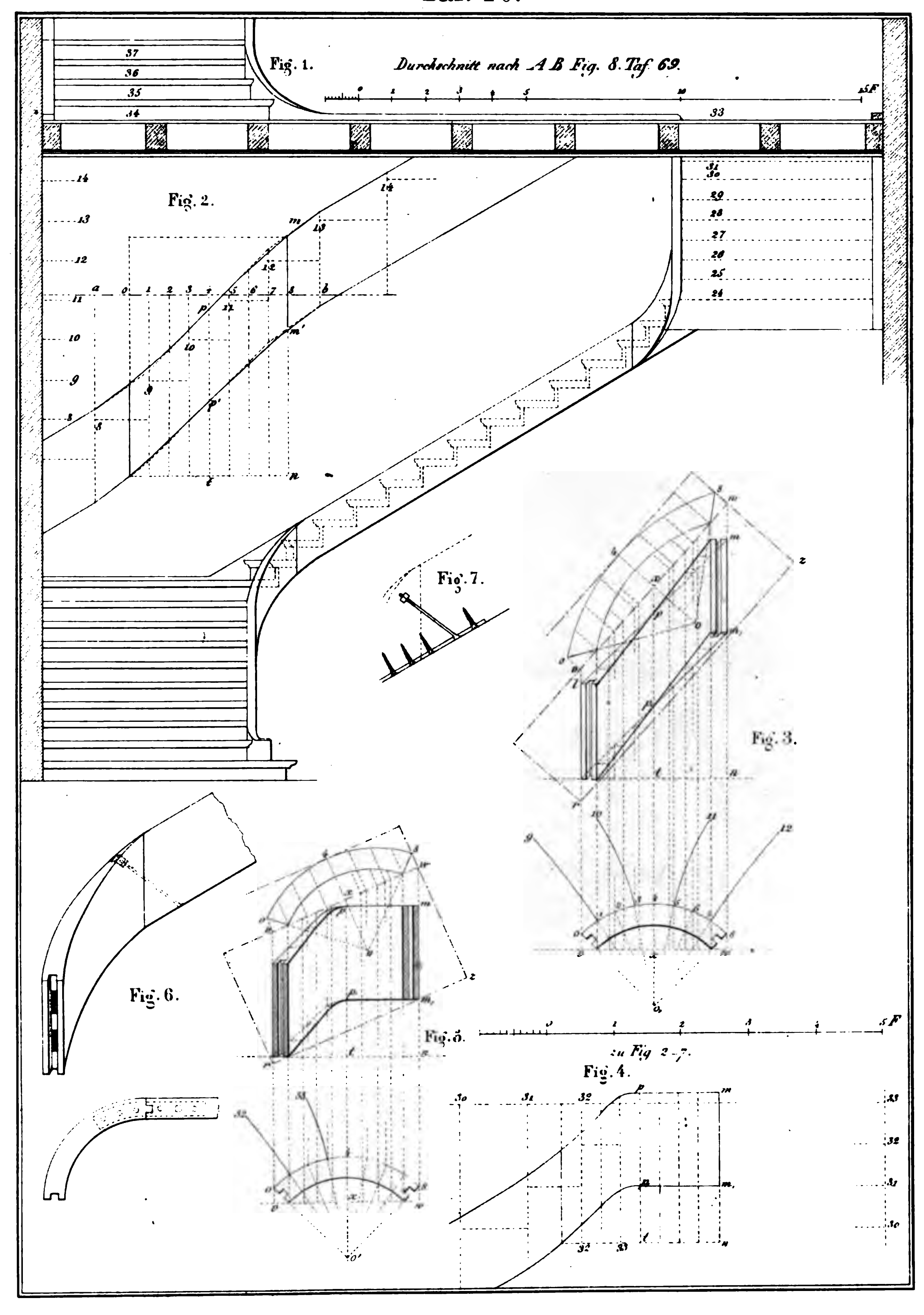
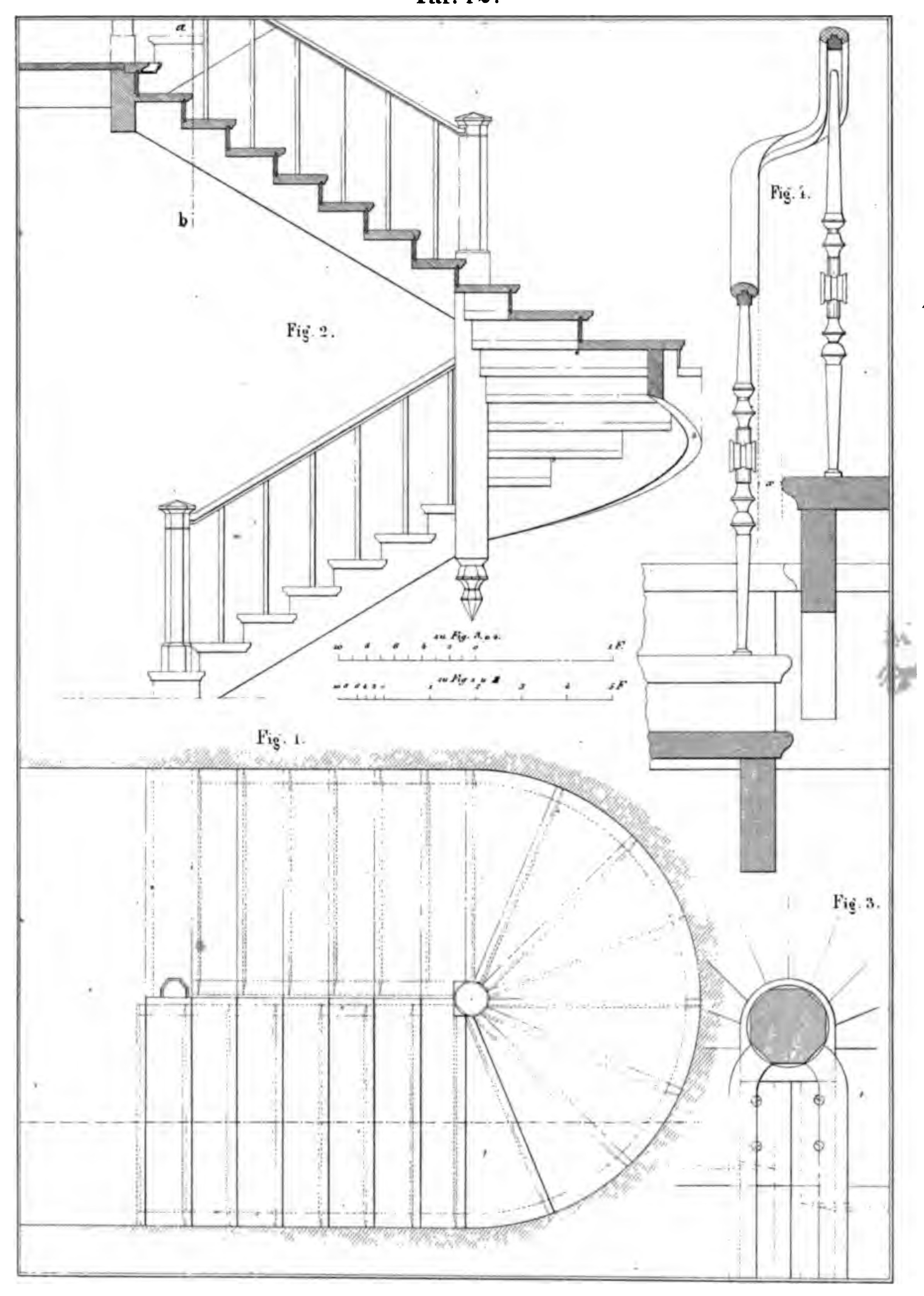


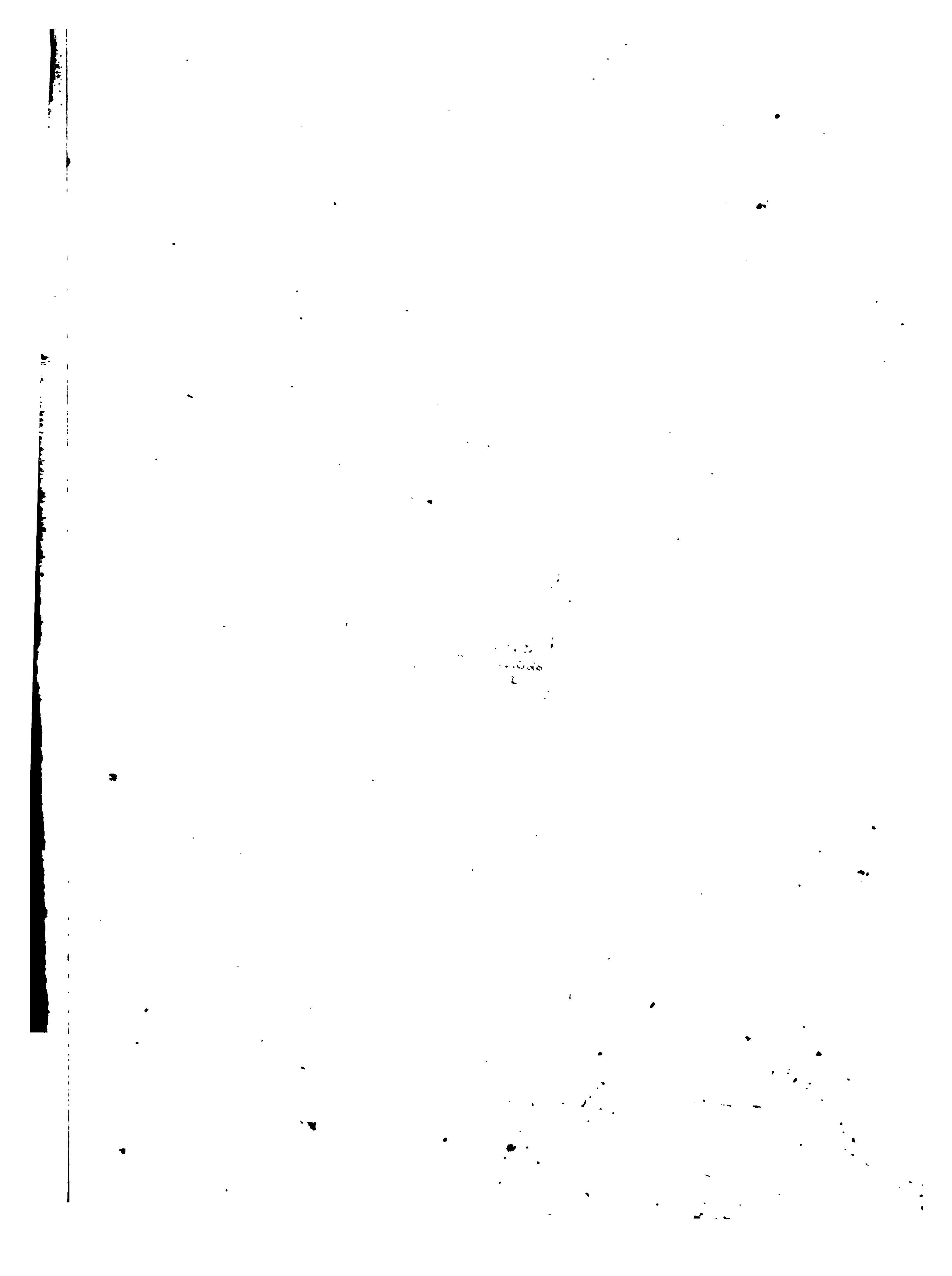
Fig. 2.
Fig. 11.
Fig. 3. a.
Fig. 3. b.
Fig. 3. c.
Fig. 1.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 10
Fig. 9.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
30 F

Taf. 70.

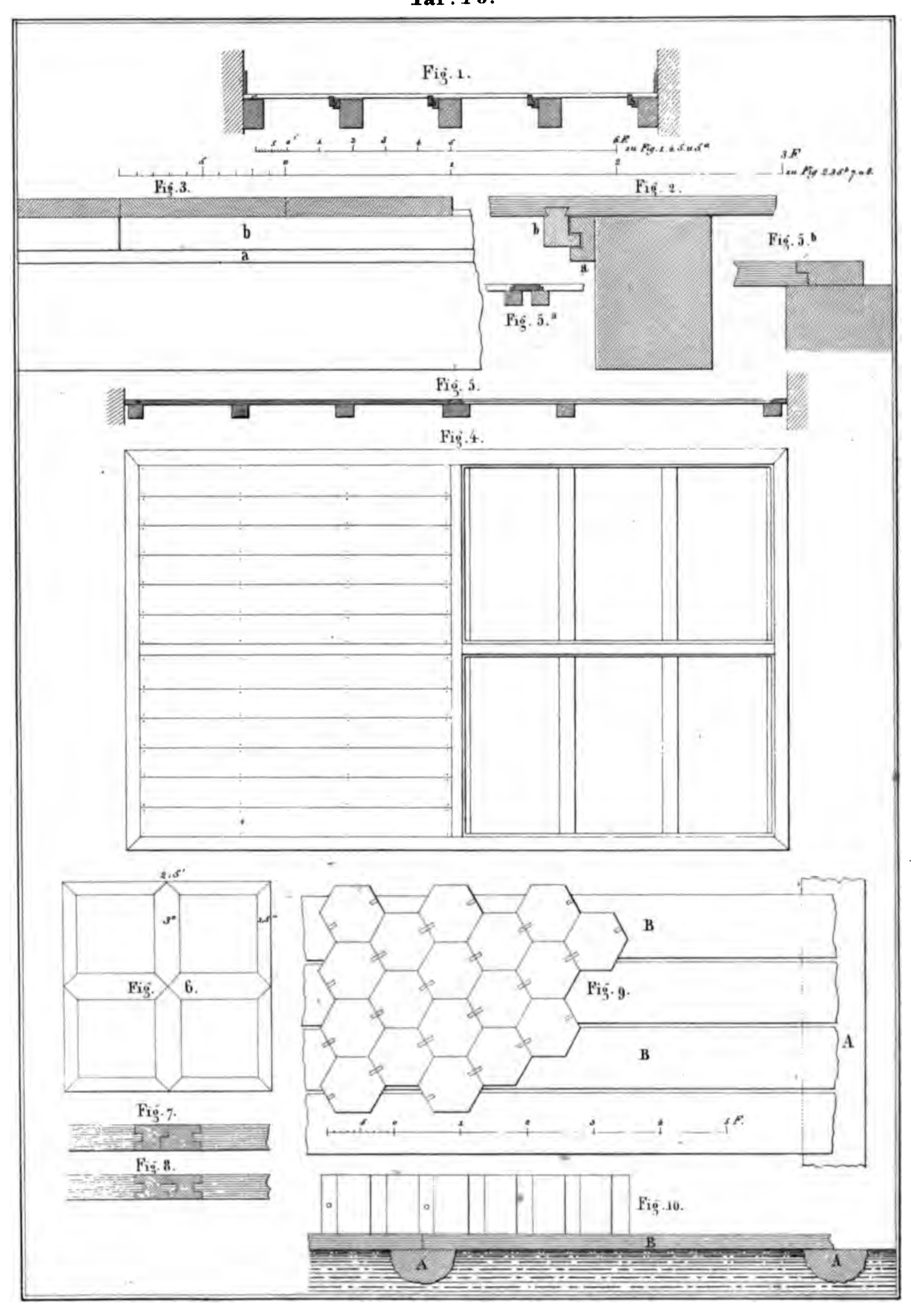

Fig. 1.
Durchschnitt nach A B Fig. 8. Taf. 69.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
zu Fig. 2–7.

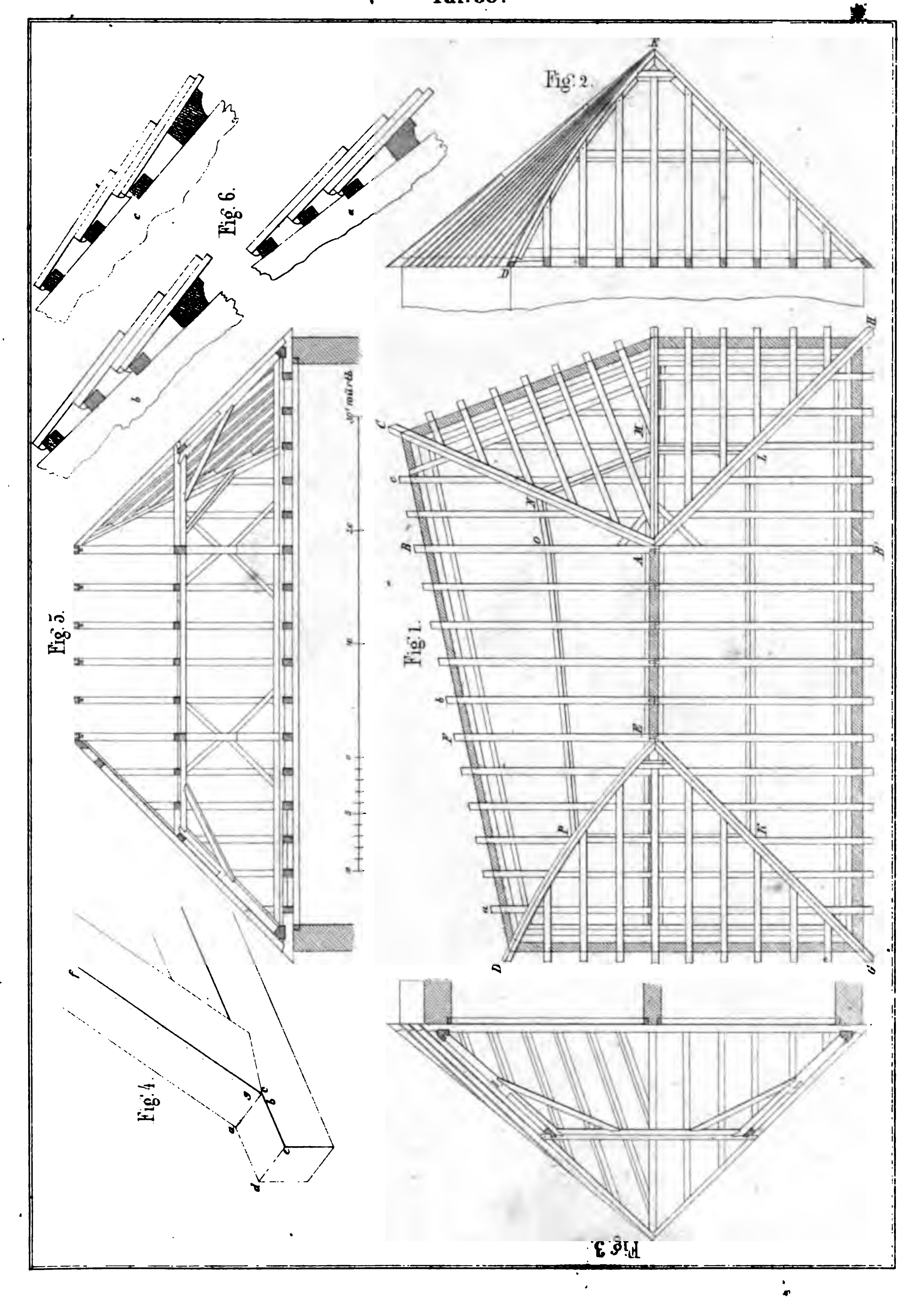
Taf. 72.

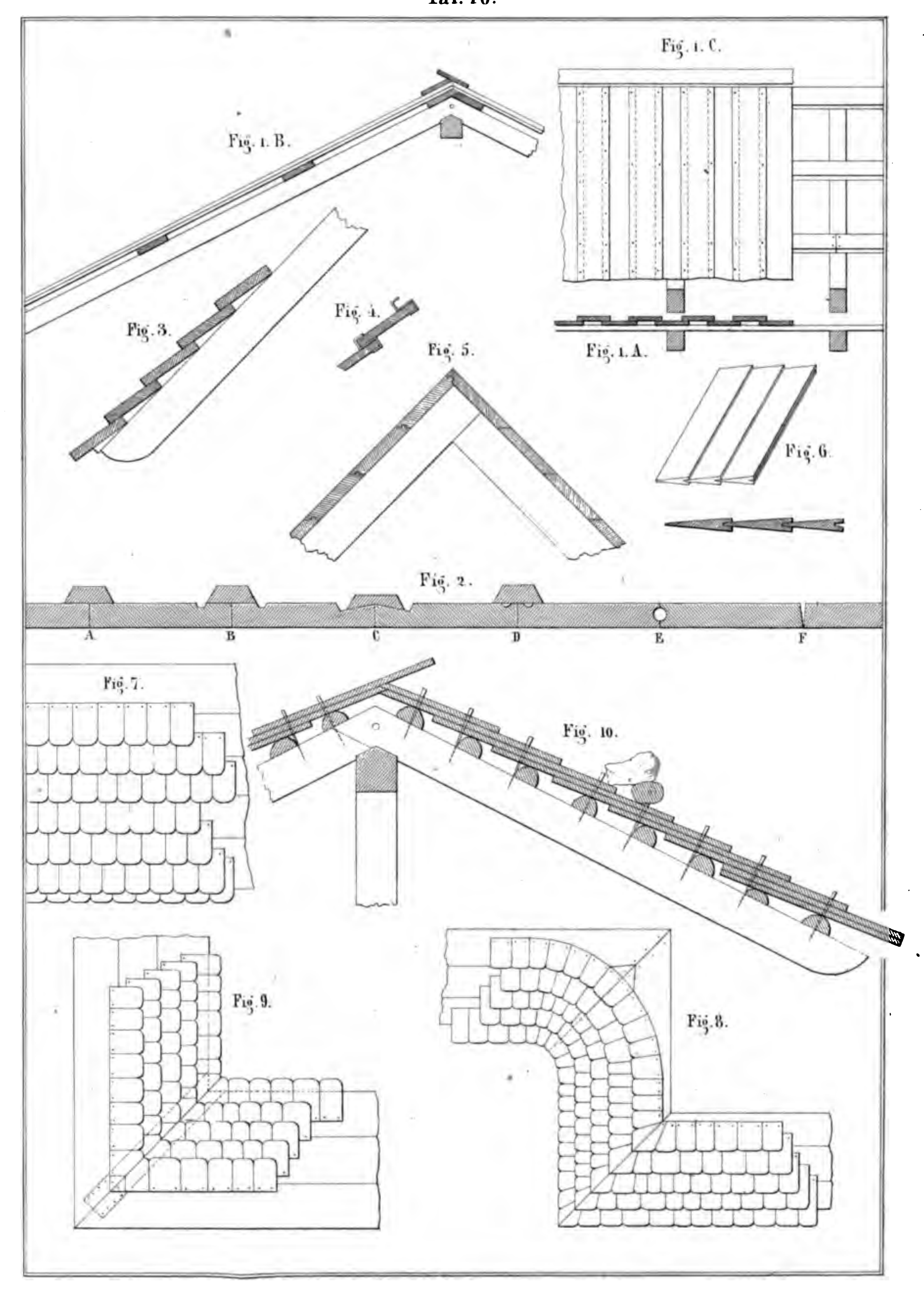


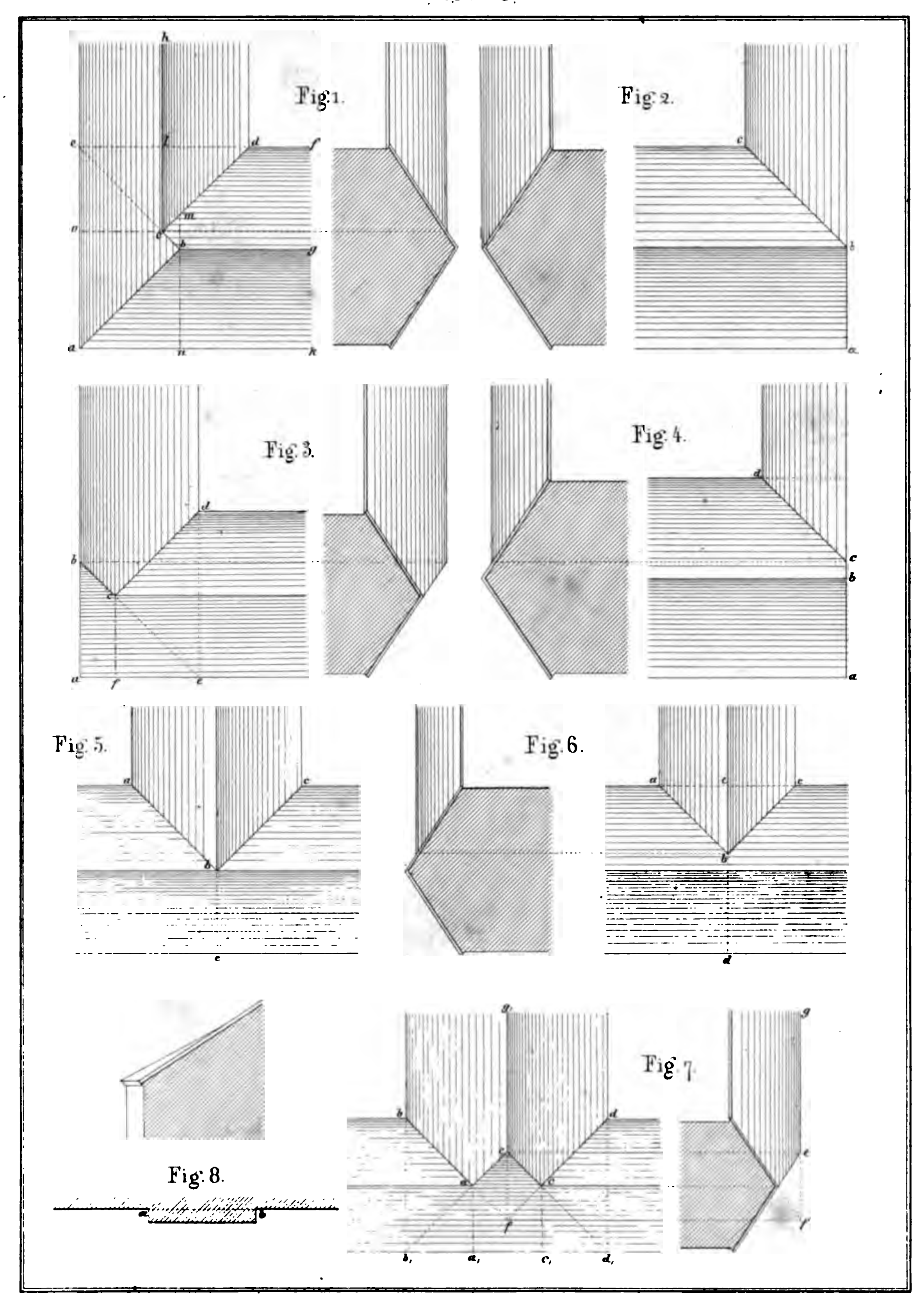


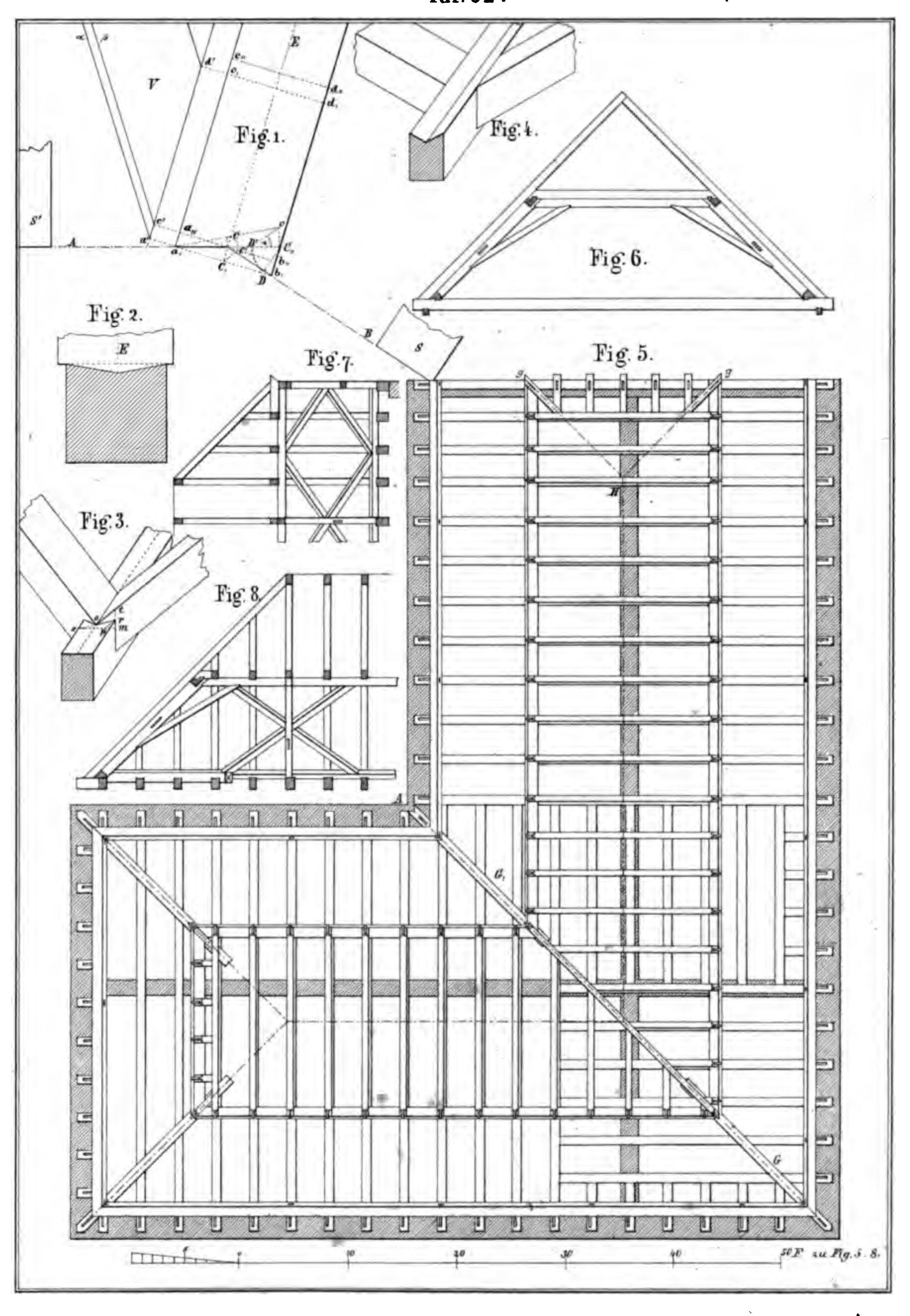



Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 5.a
Fig. 5.b
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
a
b
A
B

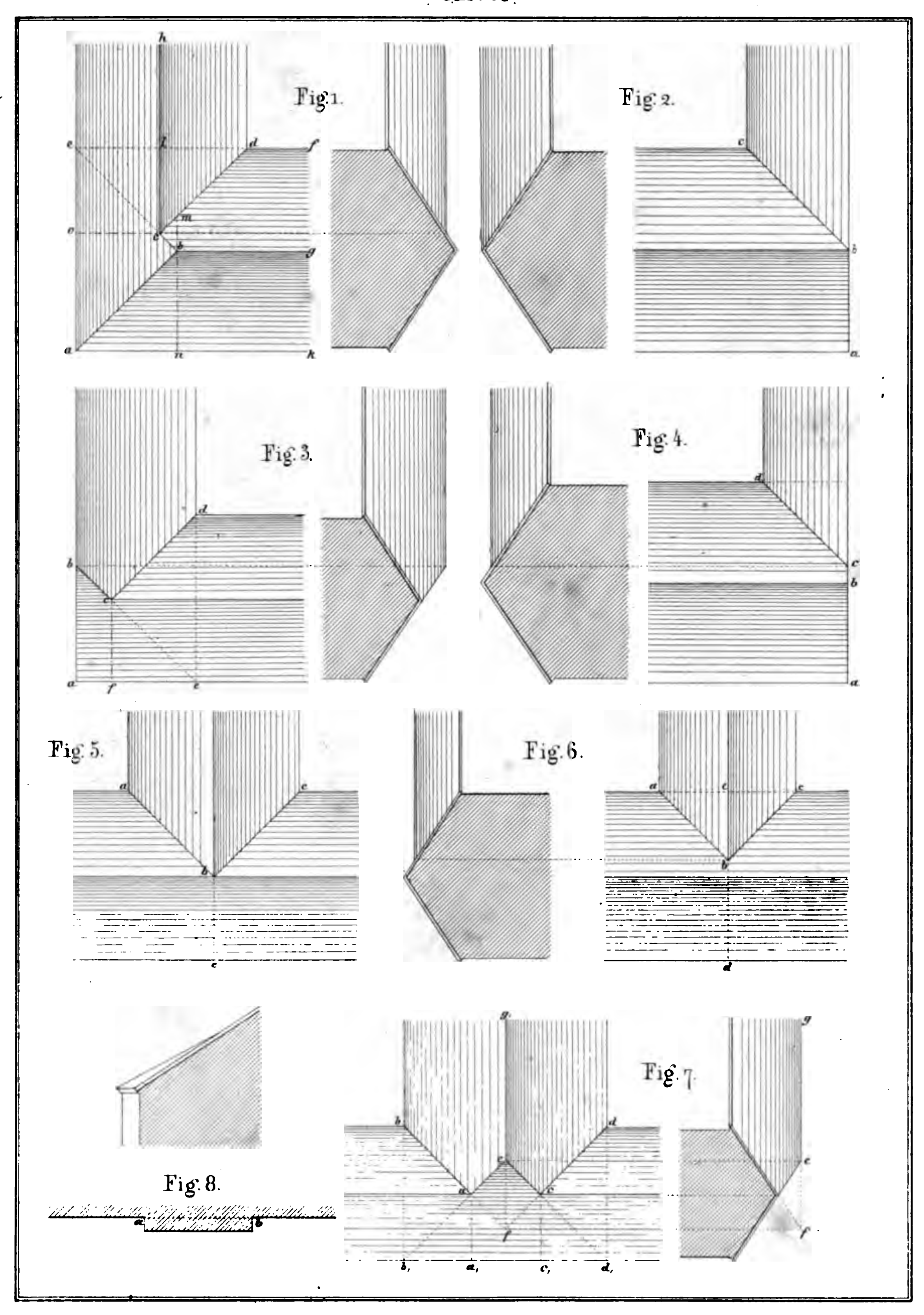

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.


Fig. 1. B.
Fig. 1. C.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 1. A.
Fig. 6.
Fig. 2.
A
B
C
D
E
F
Fig. 7.
Fig. 10.
Fig. 9.
Fig. 8.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
50 F. zu Fig. 5. 8.

Taf. 61.



Taf. 62.

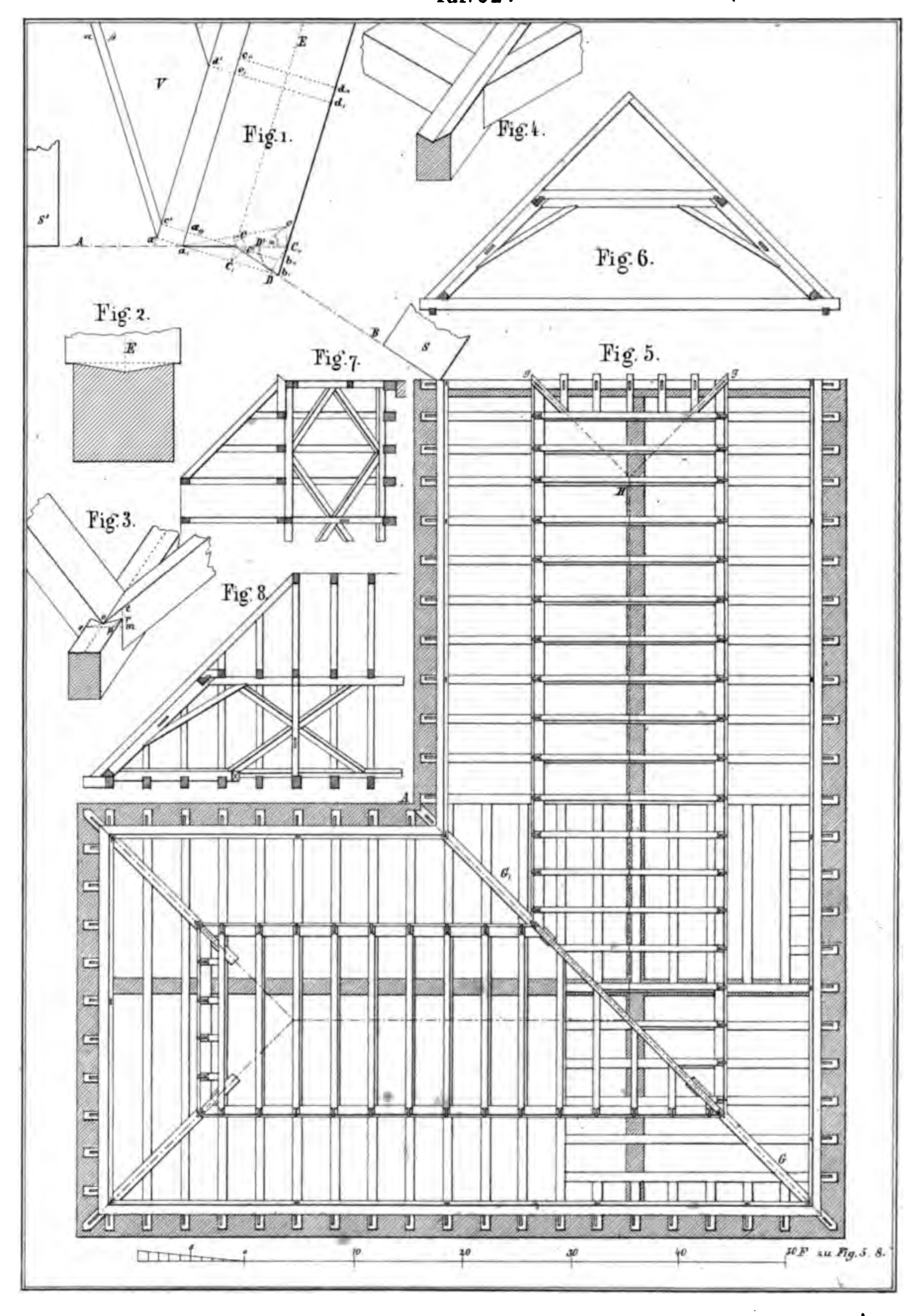
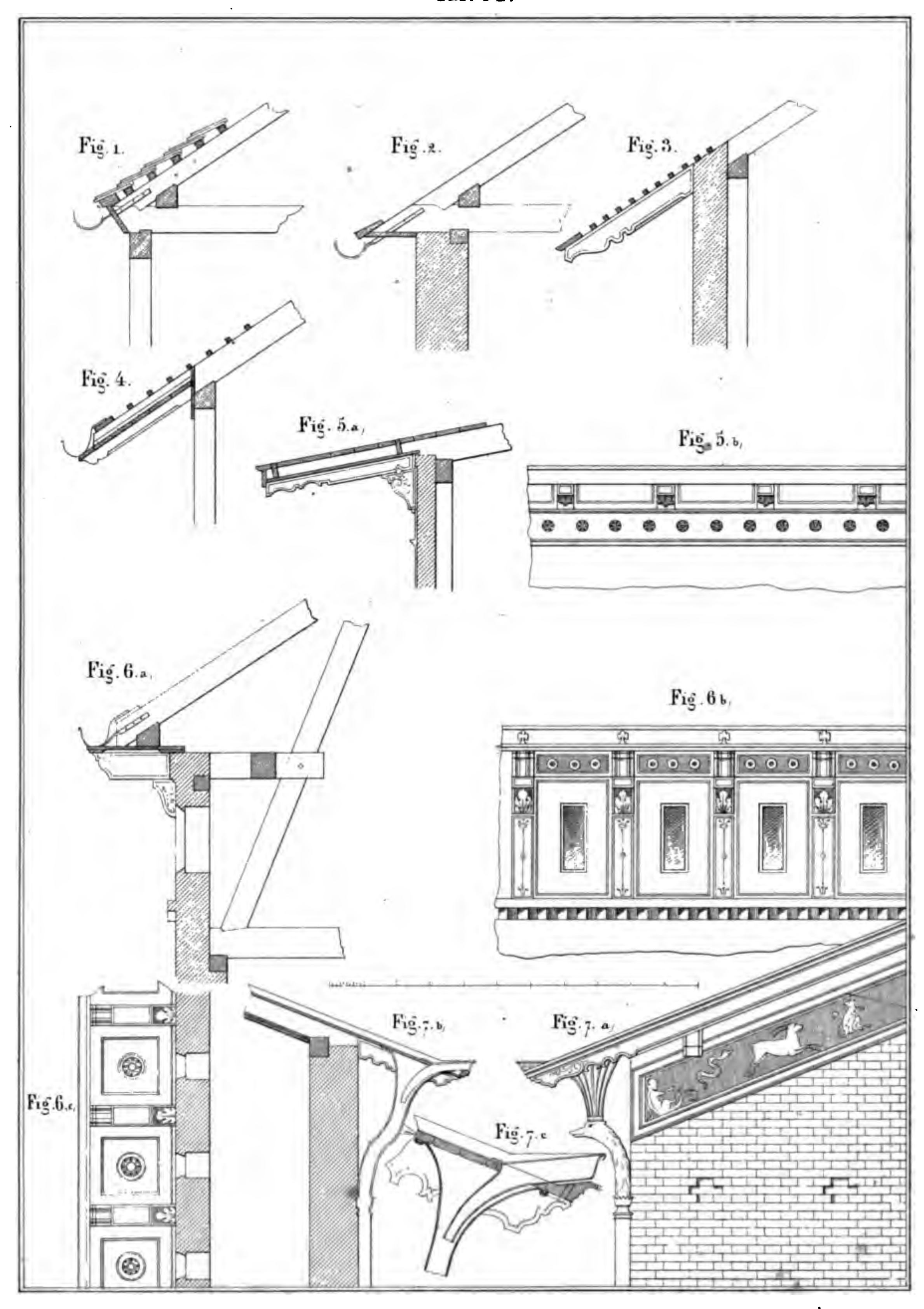
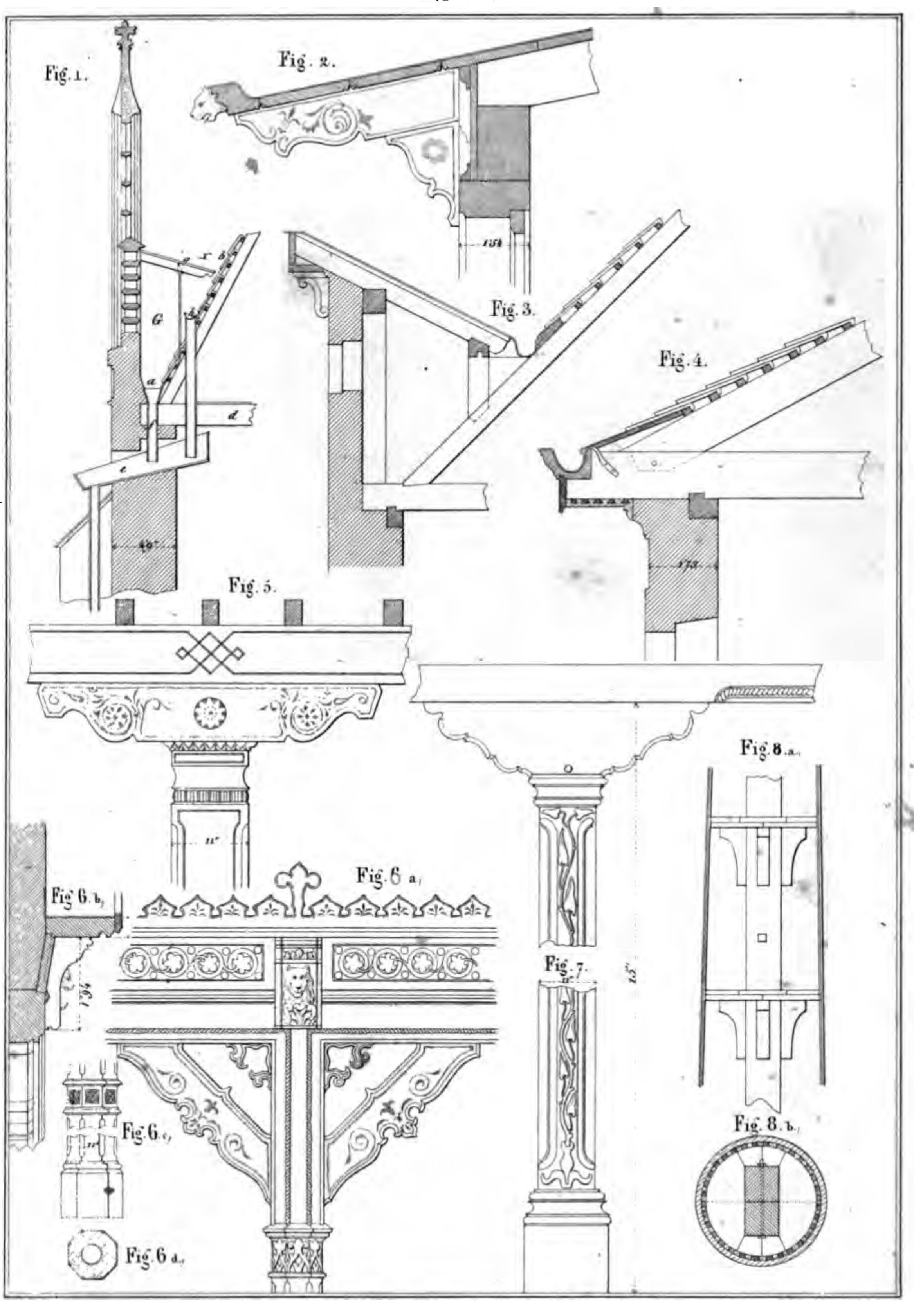
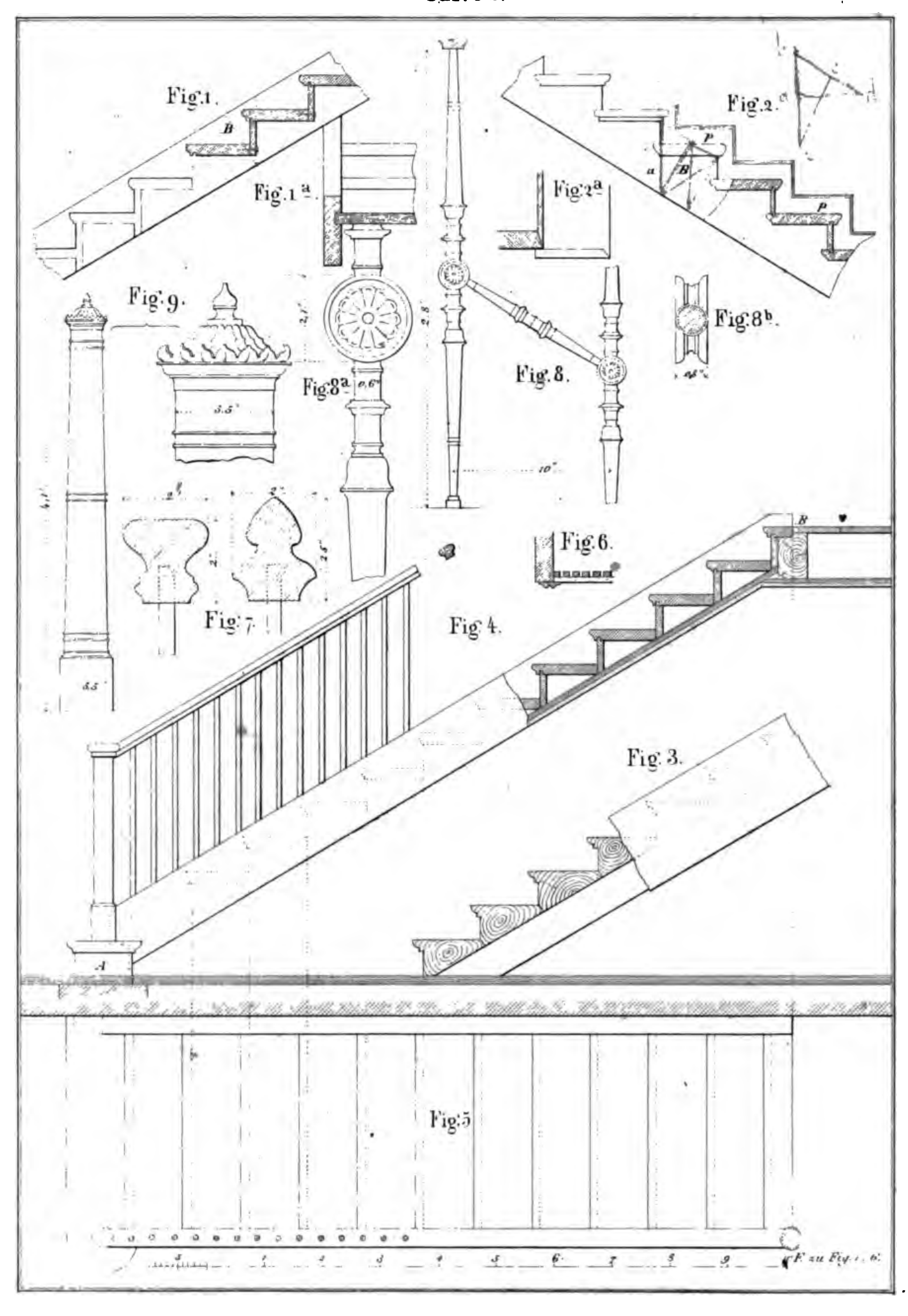


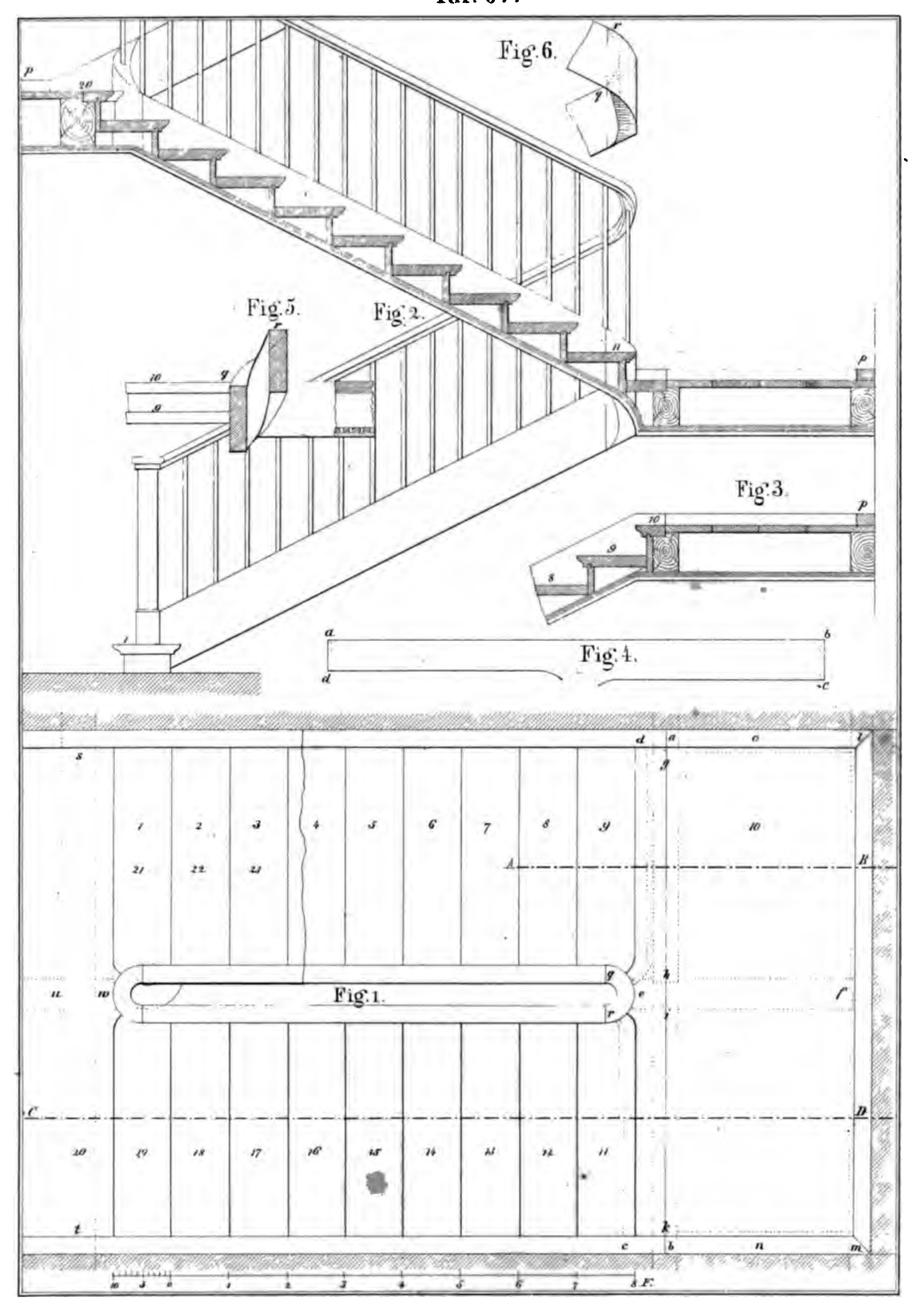
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
10
20
30
40
50 F. zu Fig. 5. 8.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5. a,
Fig. 5. b,
Fig. 6. a,
Fig. 6 b,
Fig. 6. c,
Fig. 7. b,
Fig. 7. a,
Fig. 7. c


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6 a,
Fig. 6. b,
Fig. 6. c,
Fig. 6 d,
Fig. 7.
Fig. 8. a.
Fig. 8. b.


Fig. 1.
B
Fig. 1 a.
Fig. 2.
Fig. 2 a
Fig. 9.
Fig. 8 a.
Fig. 8.
Fig. 8 b.
Fig. 7.
Fig. 6.
Fig. 4.
Fig. 3.
A
Fig. 5
F zu Fig. 1–6.

Taf. 67.



Taf. 68.

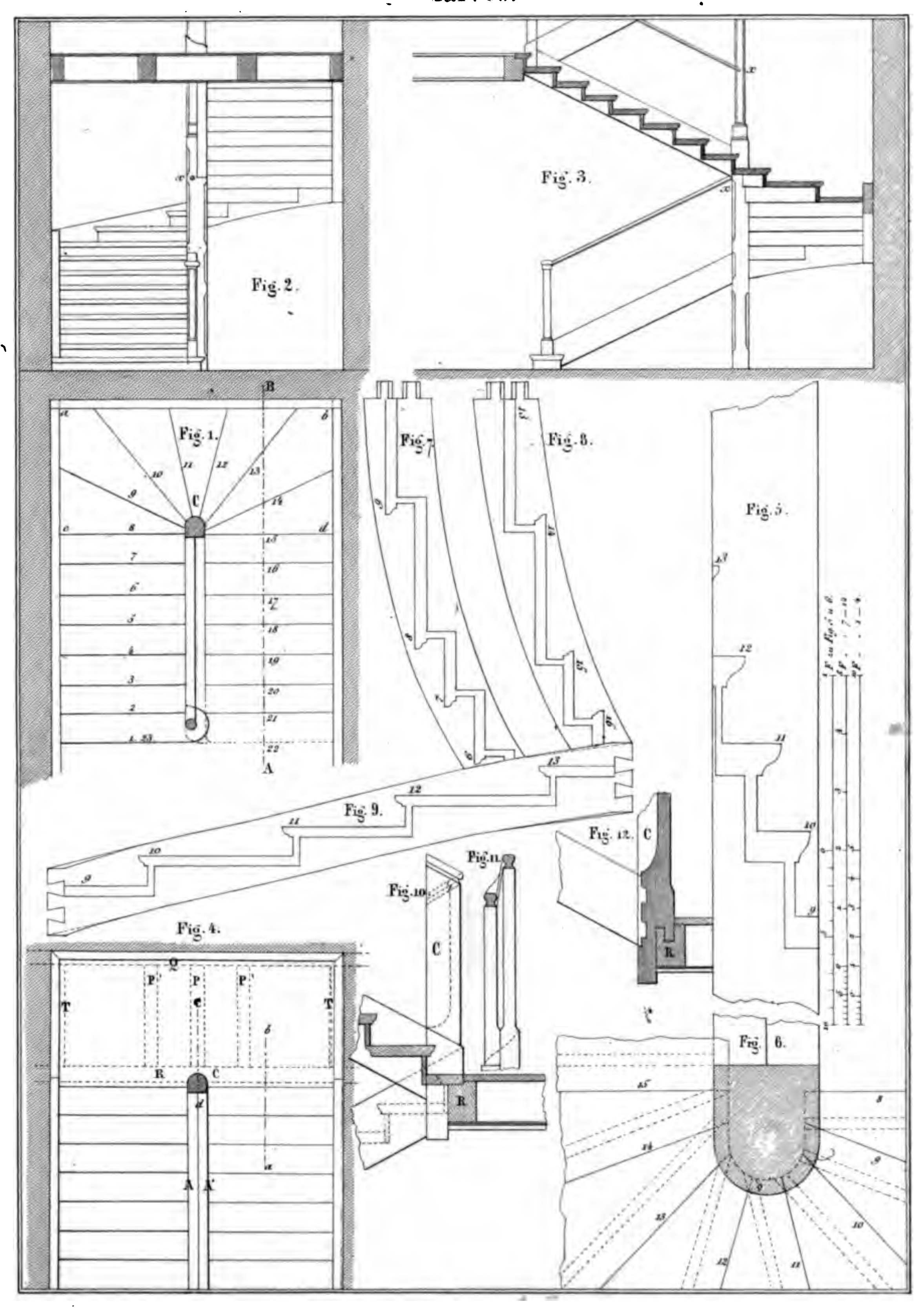
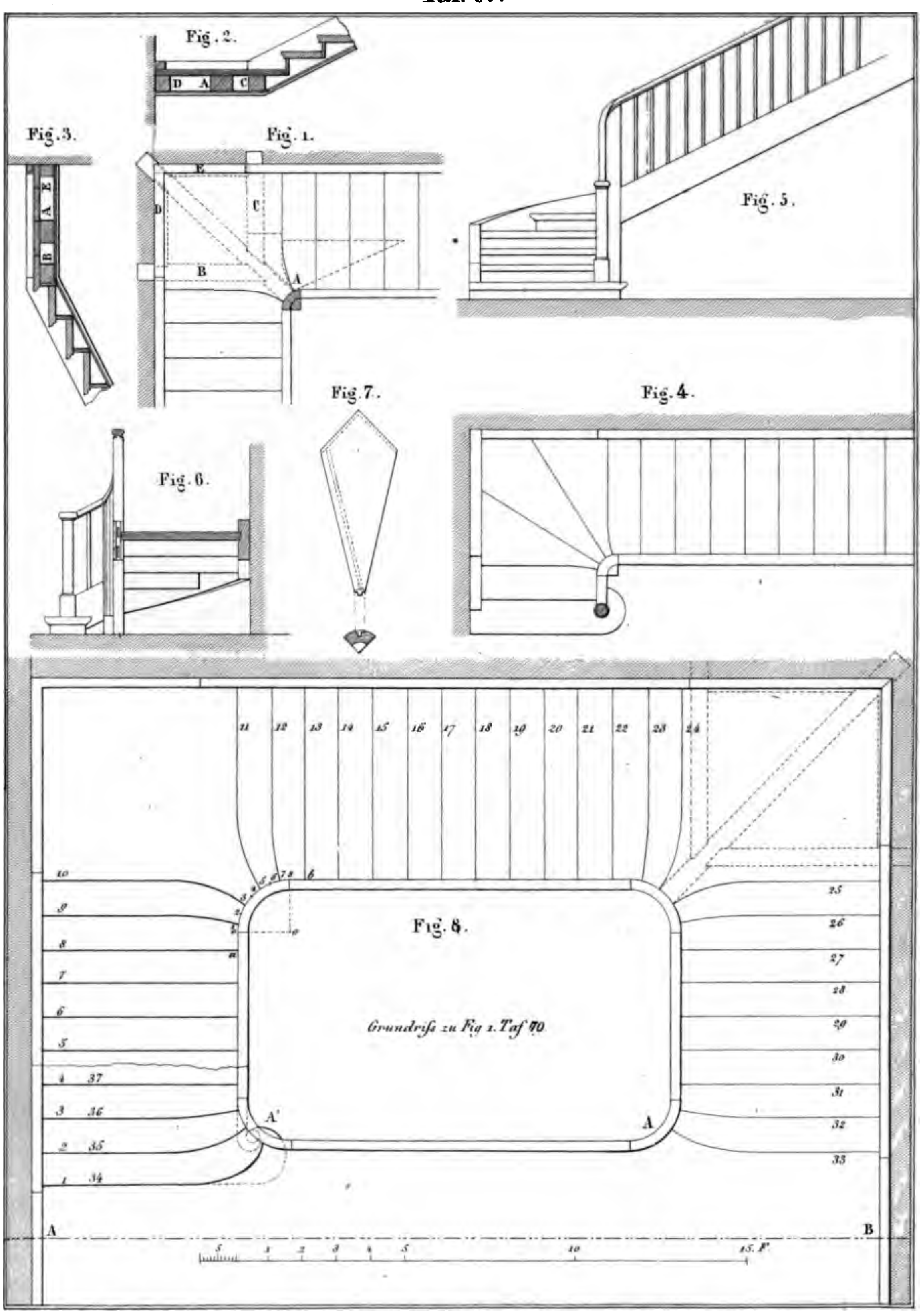
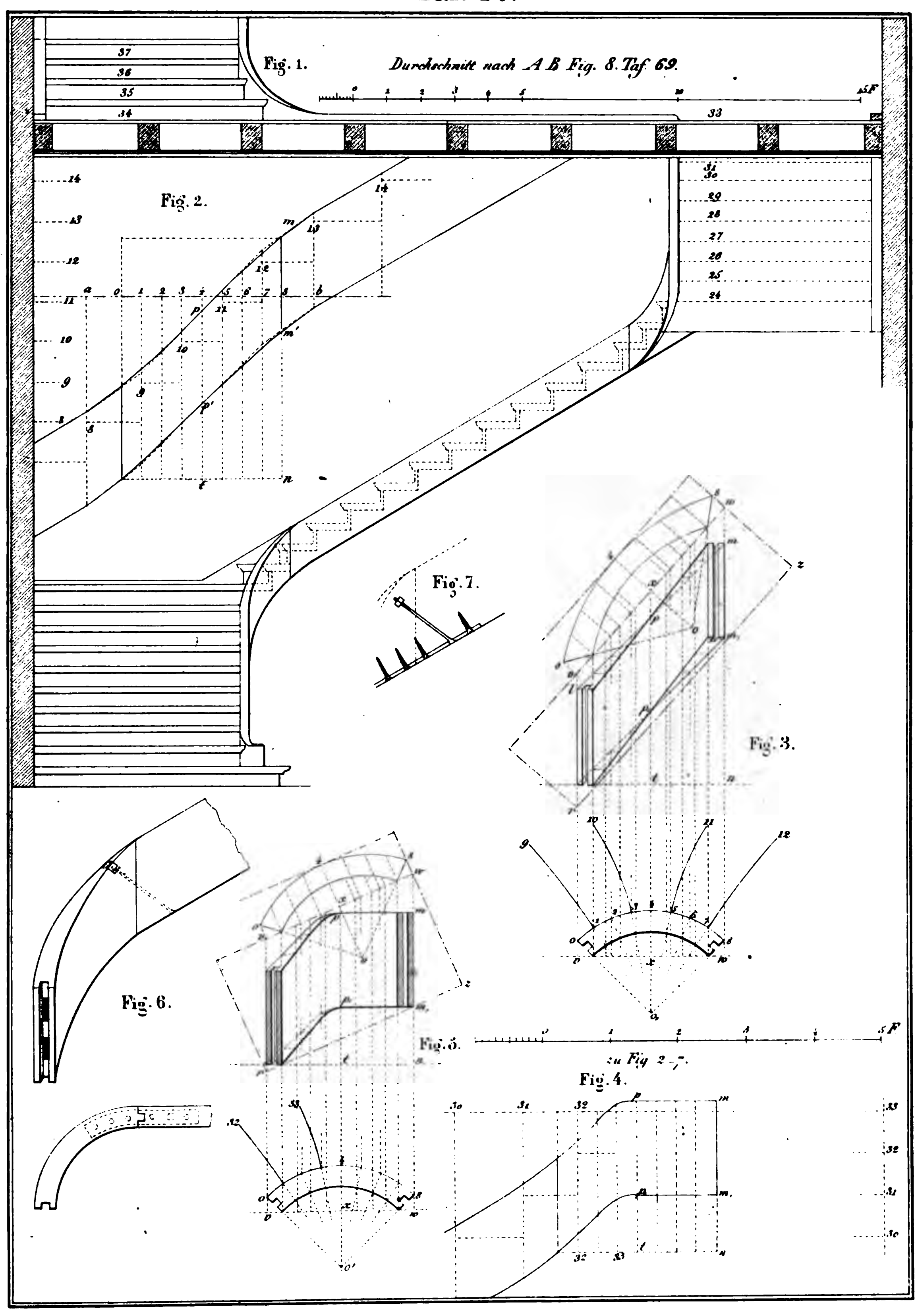
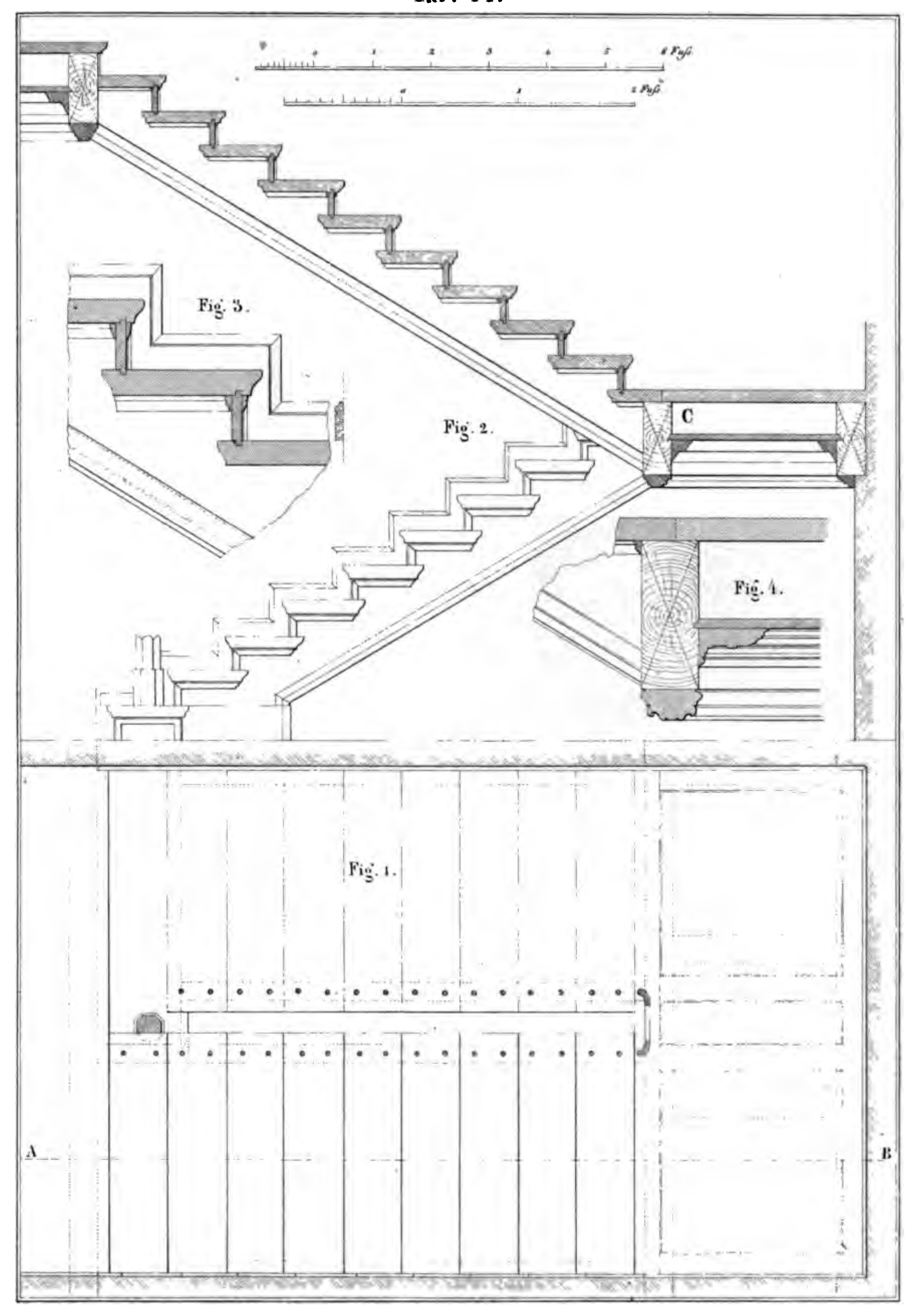


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.

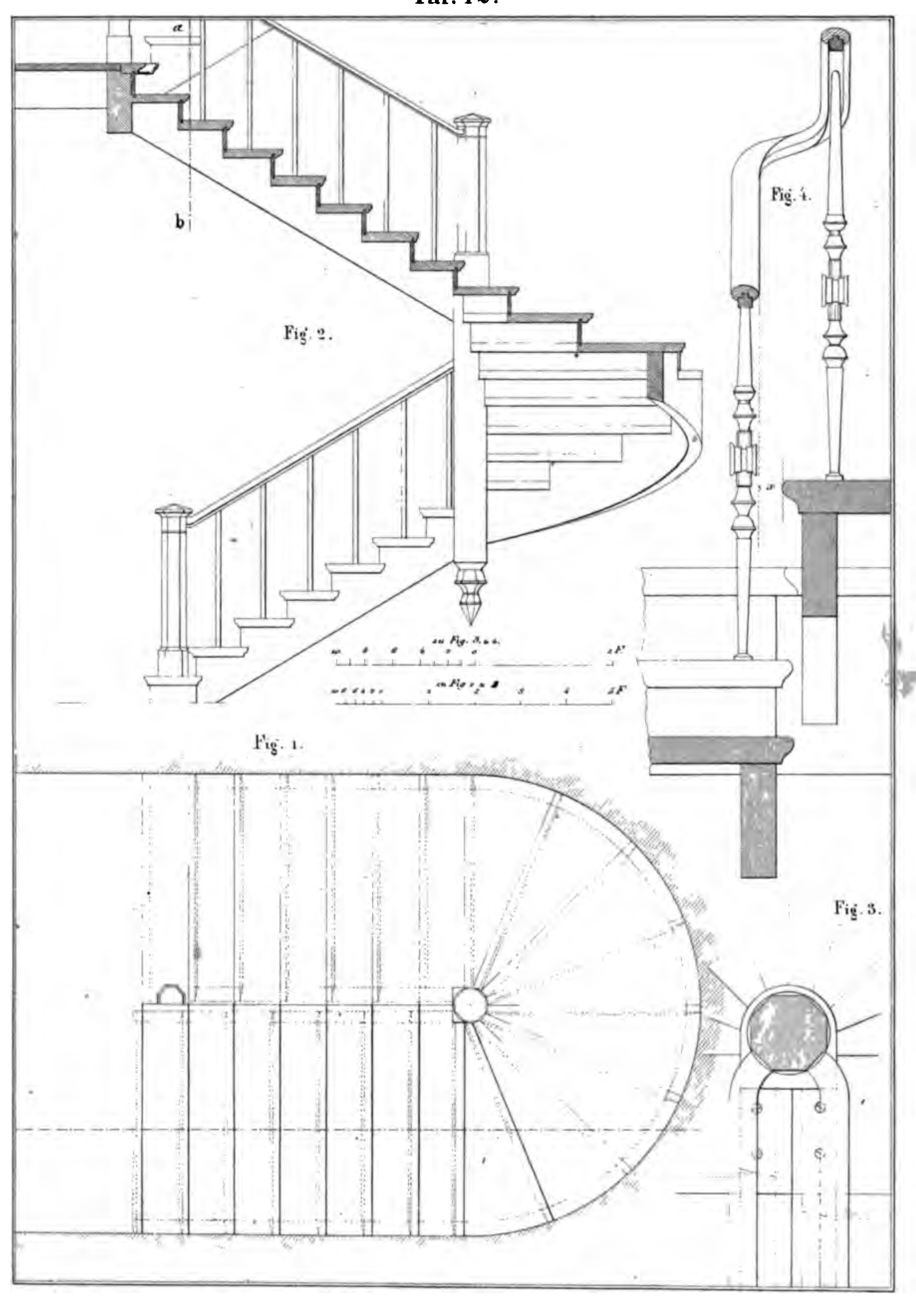

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Grundriſs zu Fig. 1. Taf. 70.

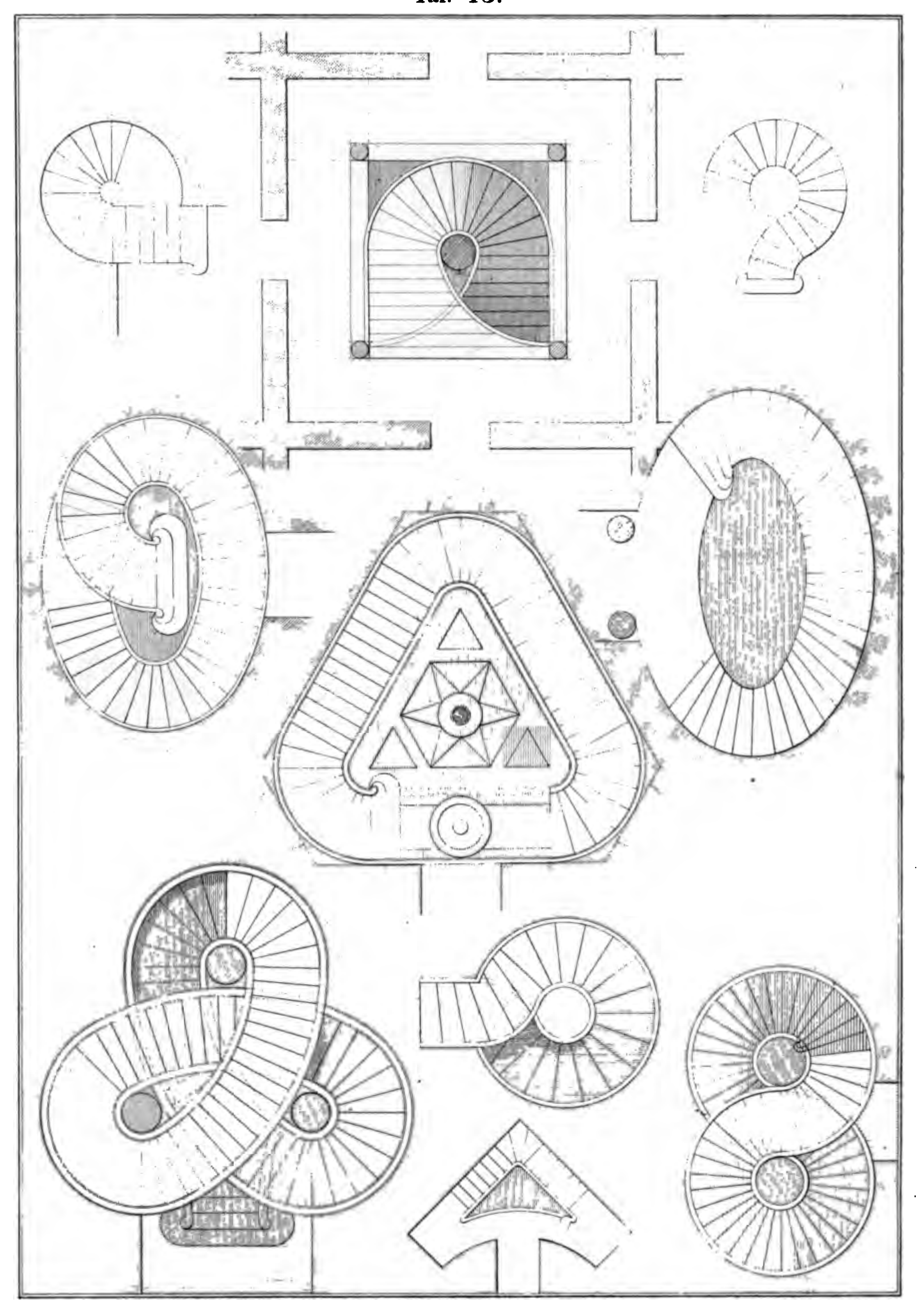

Fig. 1.
Durchschnitt nach A B Fig. 8. Taf. 69.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
zu Fig 2-7.

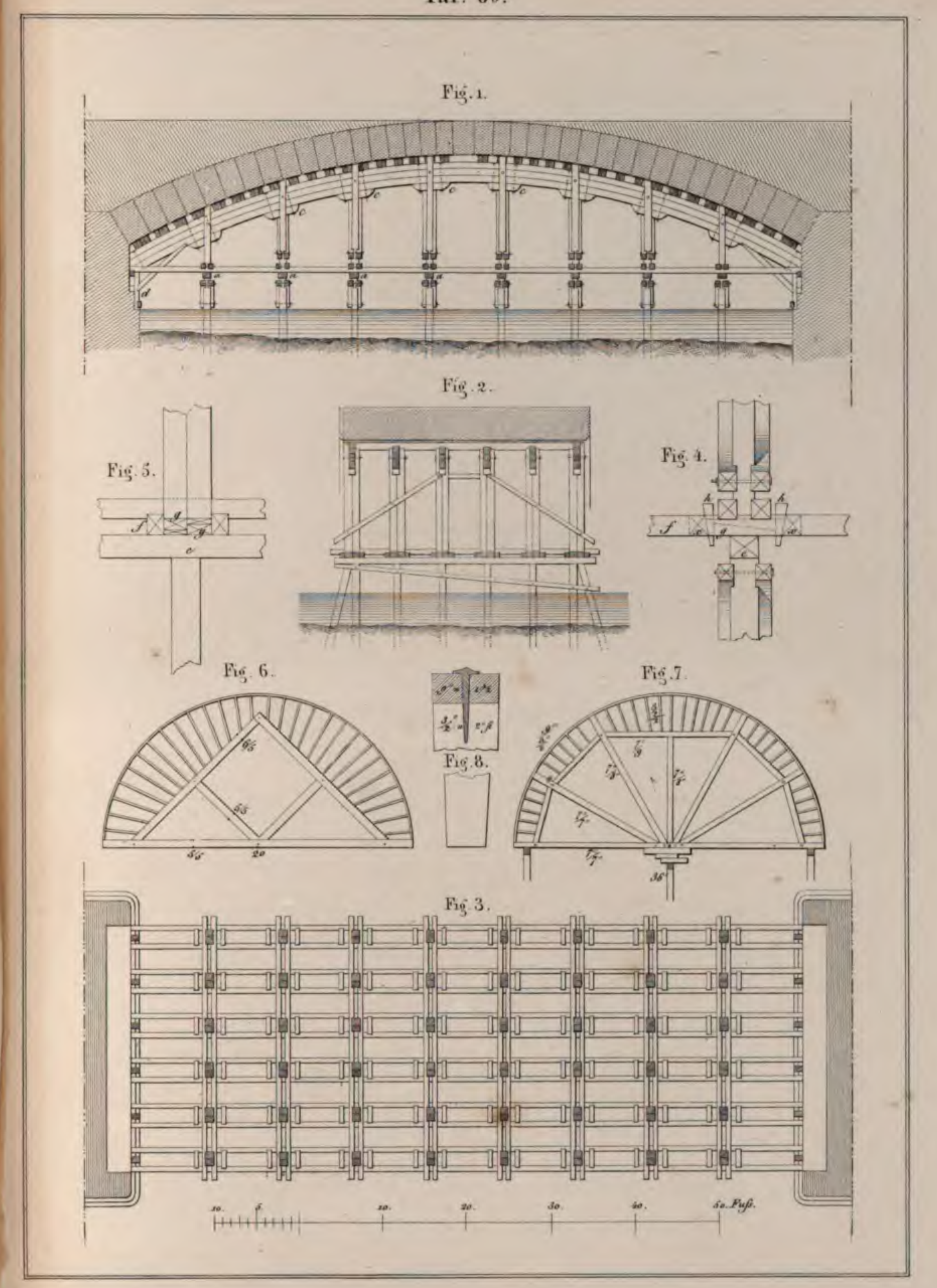
Taf. 71.



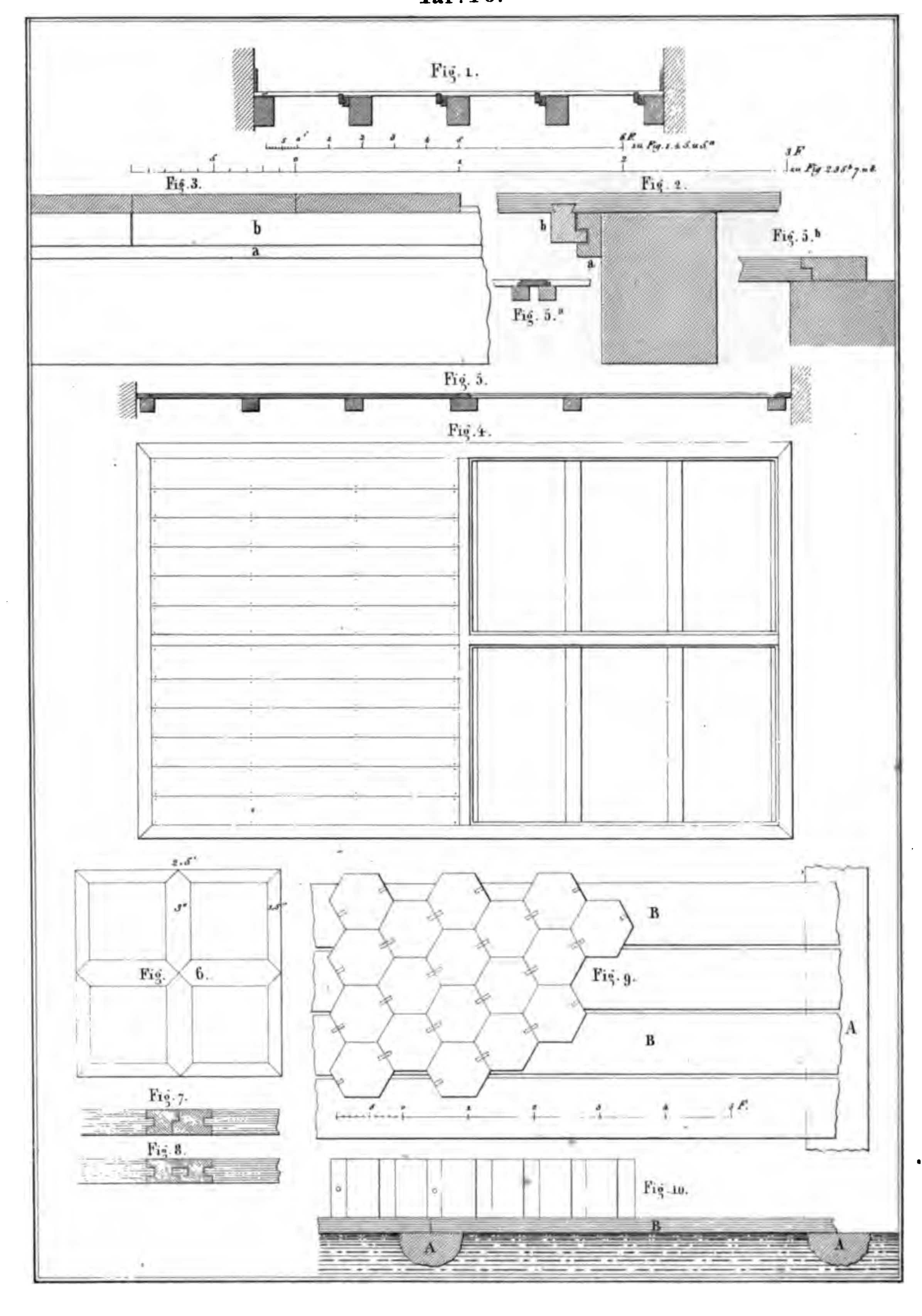
Taf. 72.

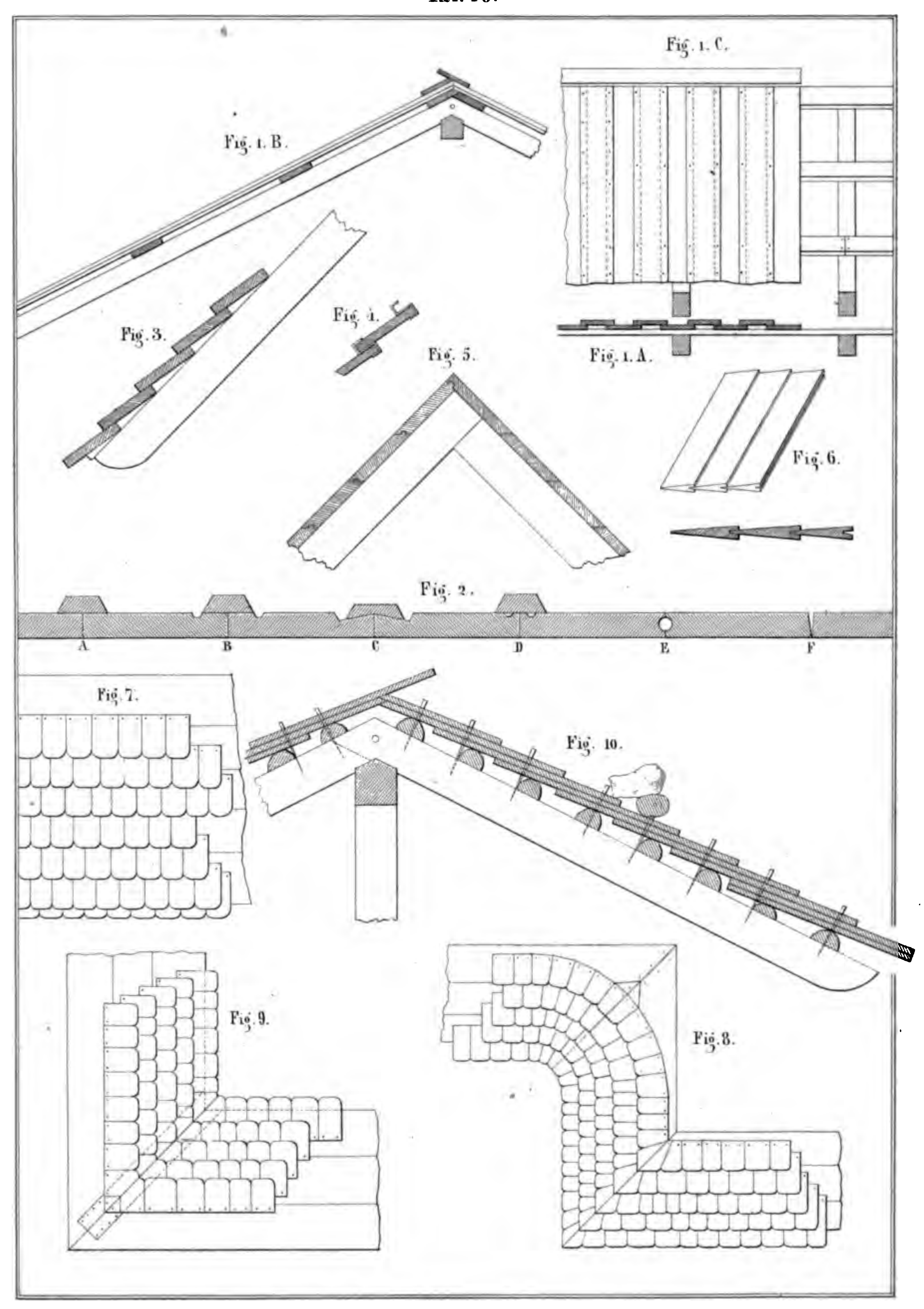


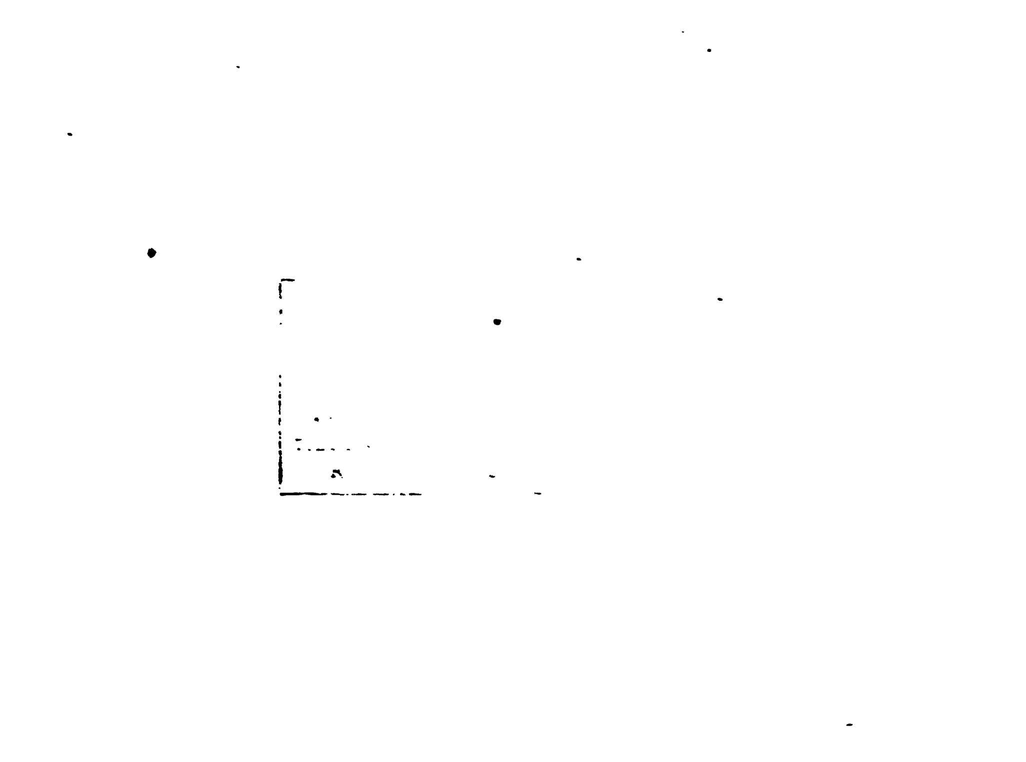



Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 5.
Fig. 4.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 3.
10. 5. 10. 20. 30. 40. 50. Fuß.

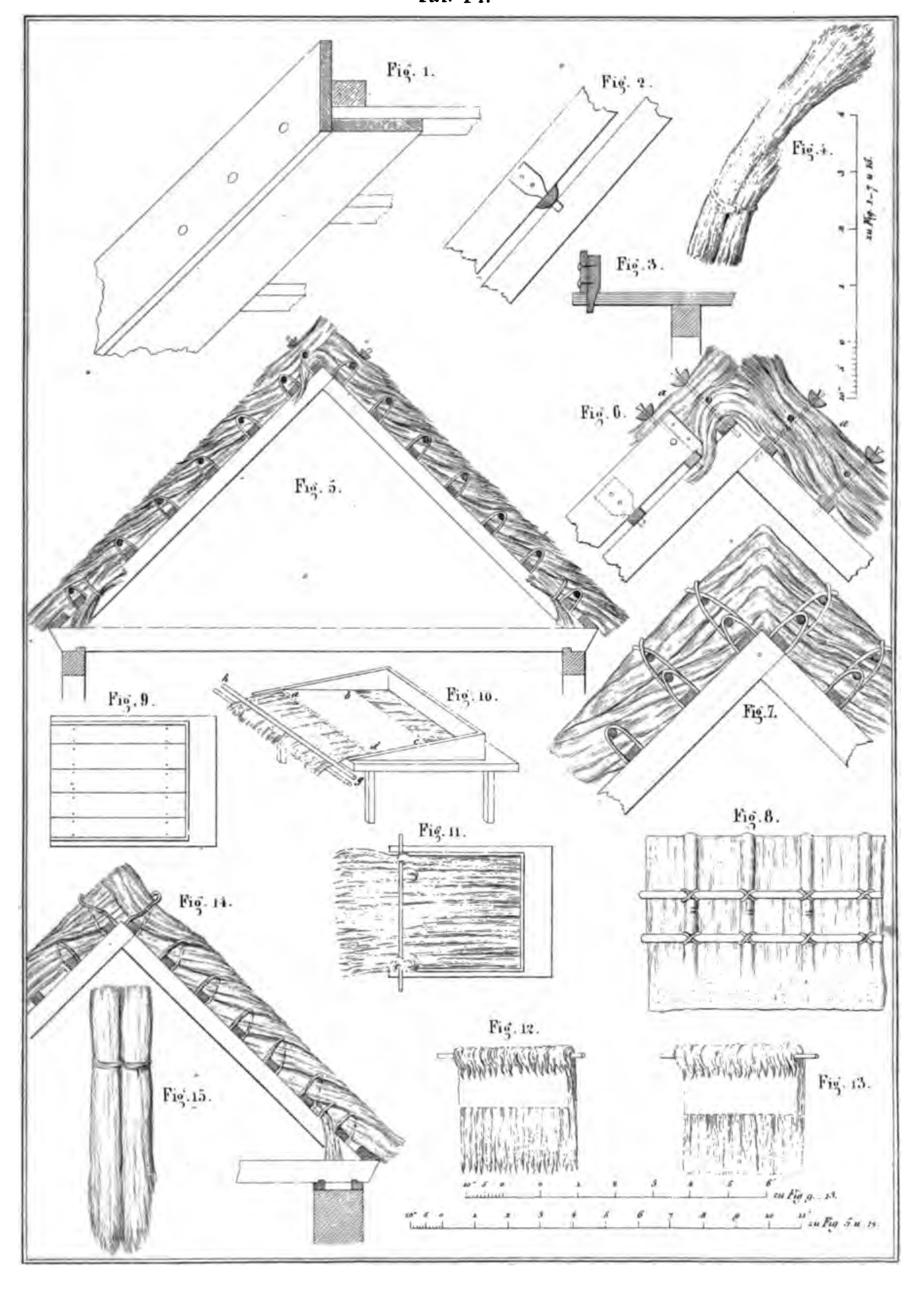
Taf. 75.

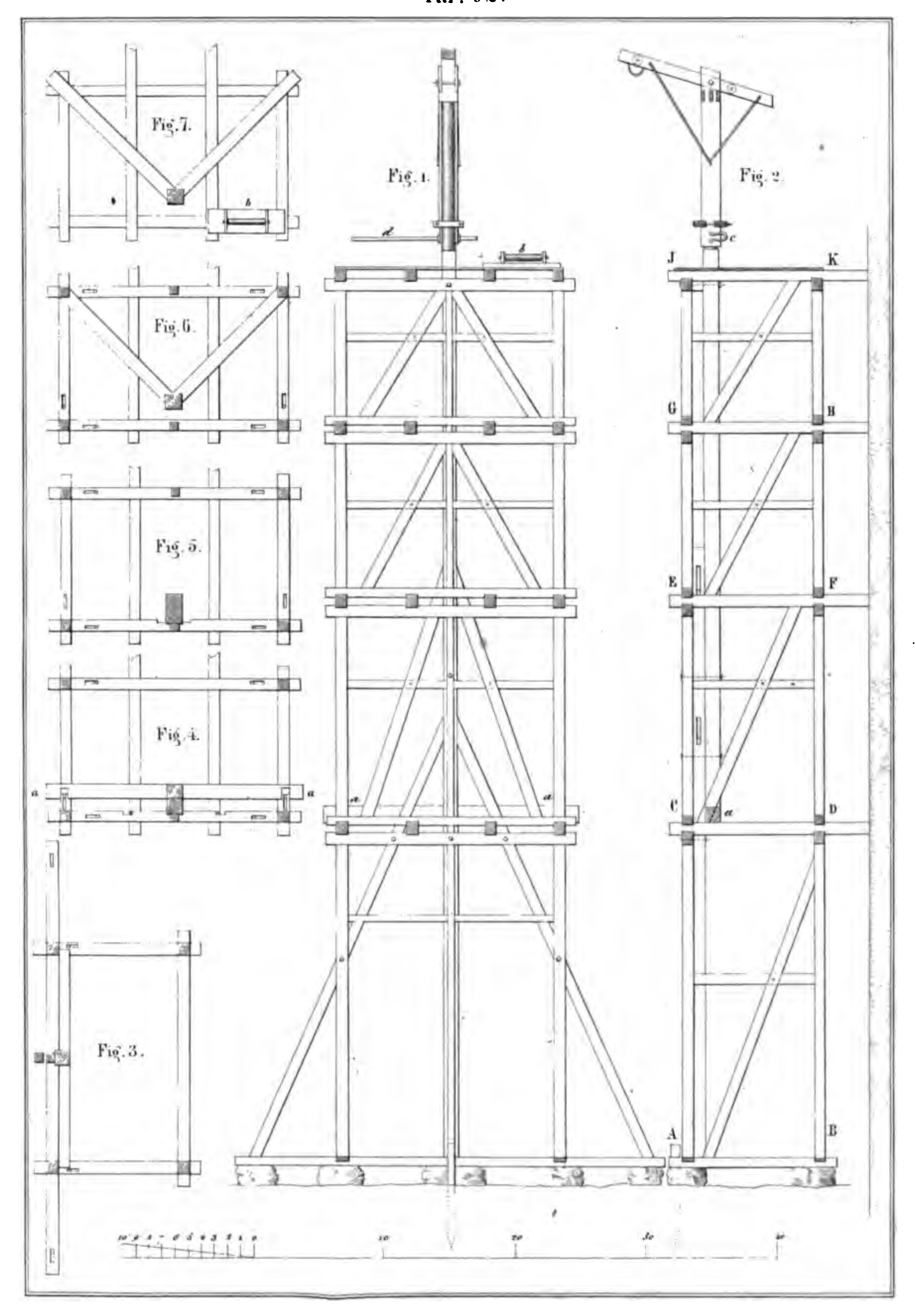

Fig. 1.
Fig. 3.
b
a
Fig. 2.
b
a
Fig. 5.b
Fig. 5.a
Fig. 5.
Fig. 4.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
B
B
A
Fig. 10.
B
A
A

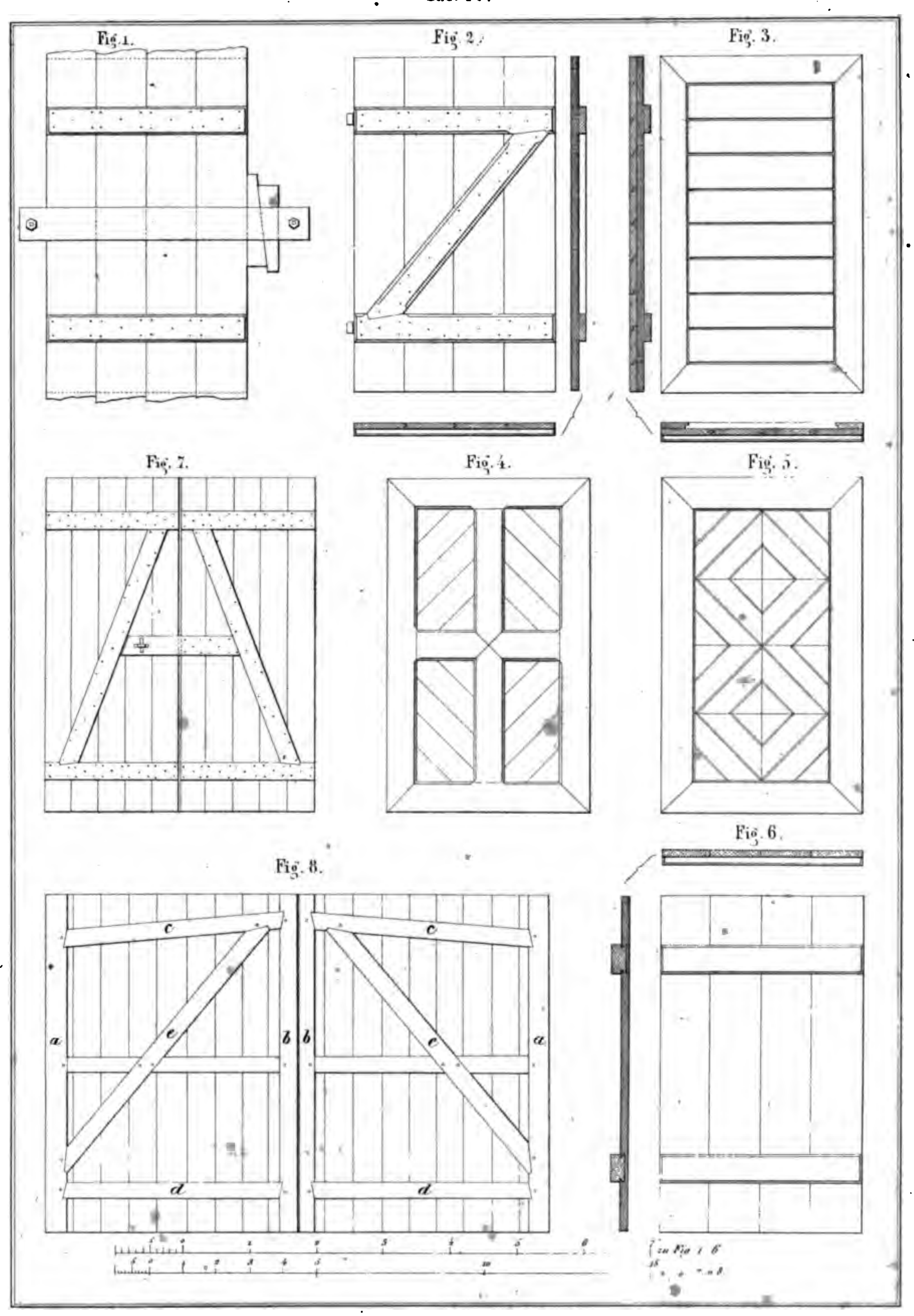

Fig. 1. C.
Fig. 1. B.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 1. A.
Fig. 6.
Fig. 2.
A
B
C
D
E
F
Fig. 7.
Fig. 10.
Fig. 9.
Fig. 8.

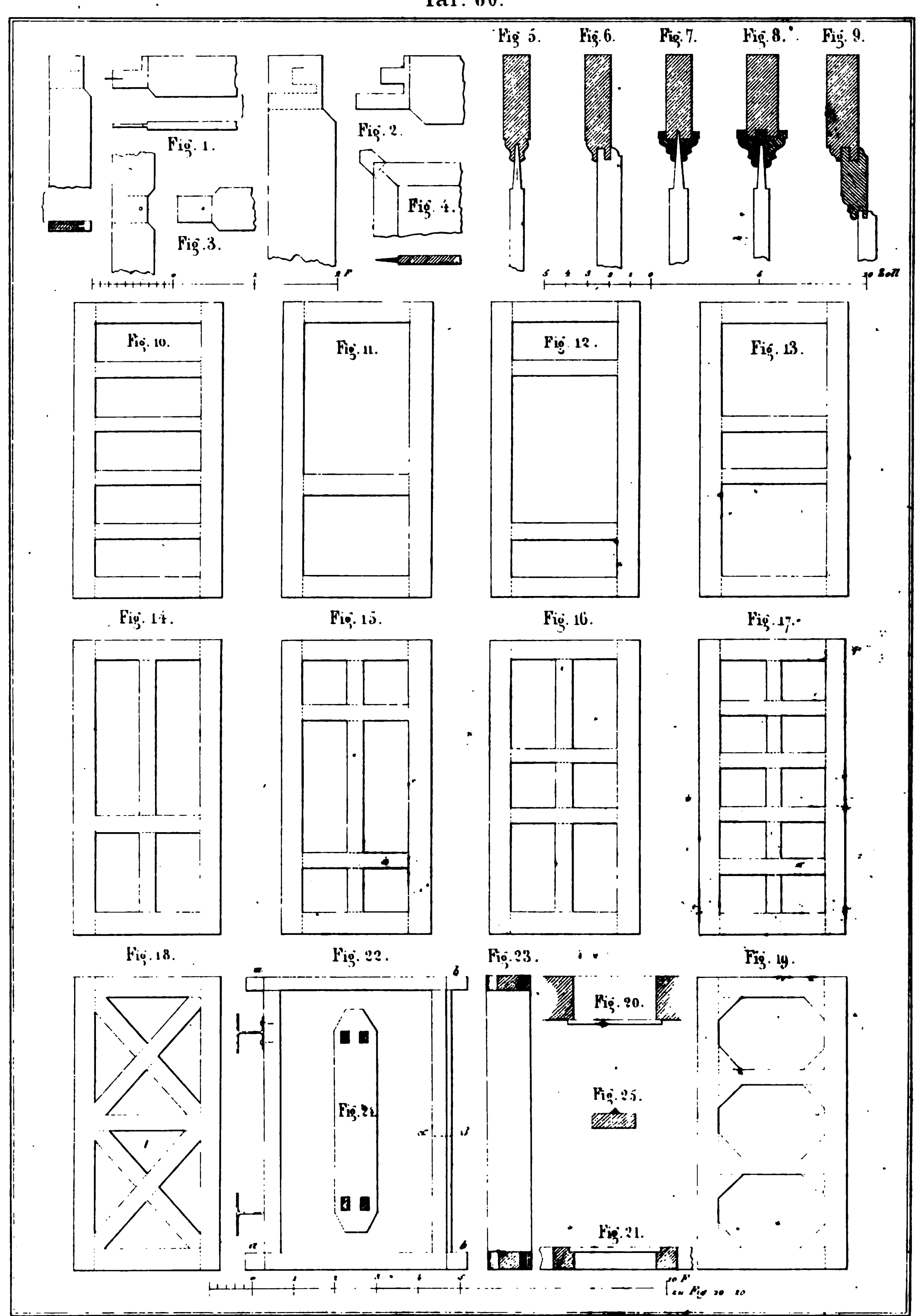


Taf. 77.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
zu Fig. 9.-13.
zu Fig. 5 u. 14.


Fig. 7.
b
Fig. 6.
Fig. 5.
Fig. 4.
a
a
Fig. 3.
Fig. 1.
d
b
a
a
Fig. 2.
c
J
K
G
H
E
F
C
a
D
A
B
10
20
30
40


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 7.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 8.
c
c
a
e
b
b
e
a
d
d


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 24.
Fig. 25.
Fig. 21.

Taf. 81.

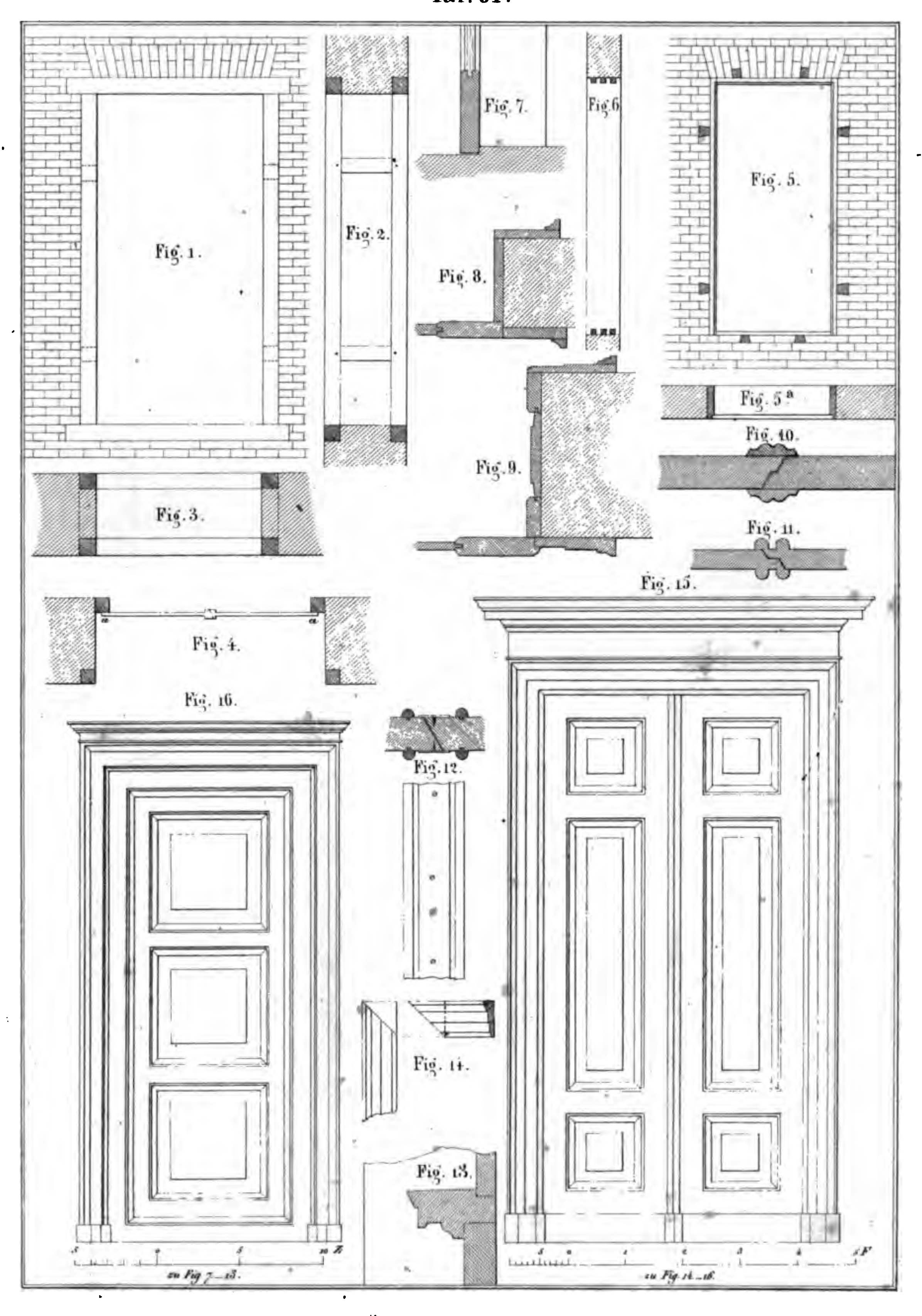
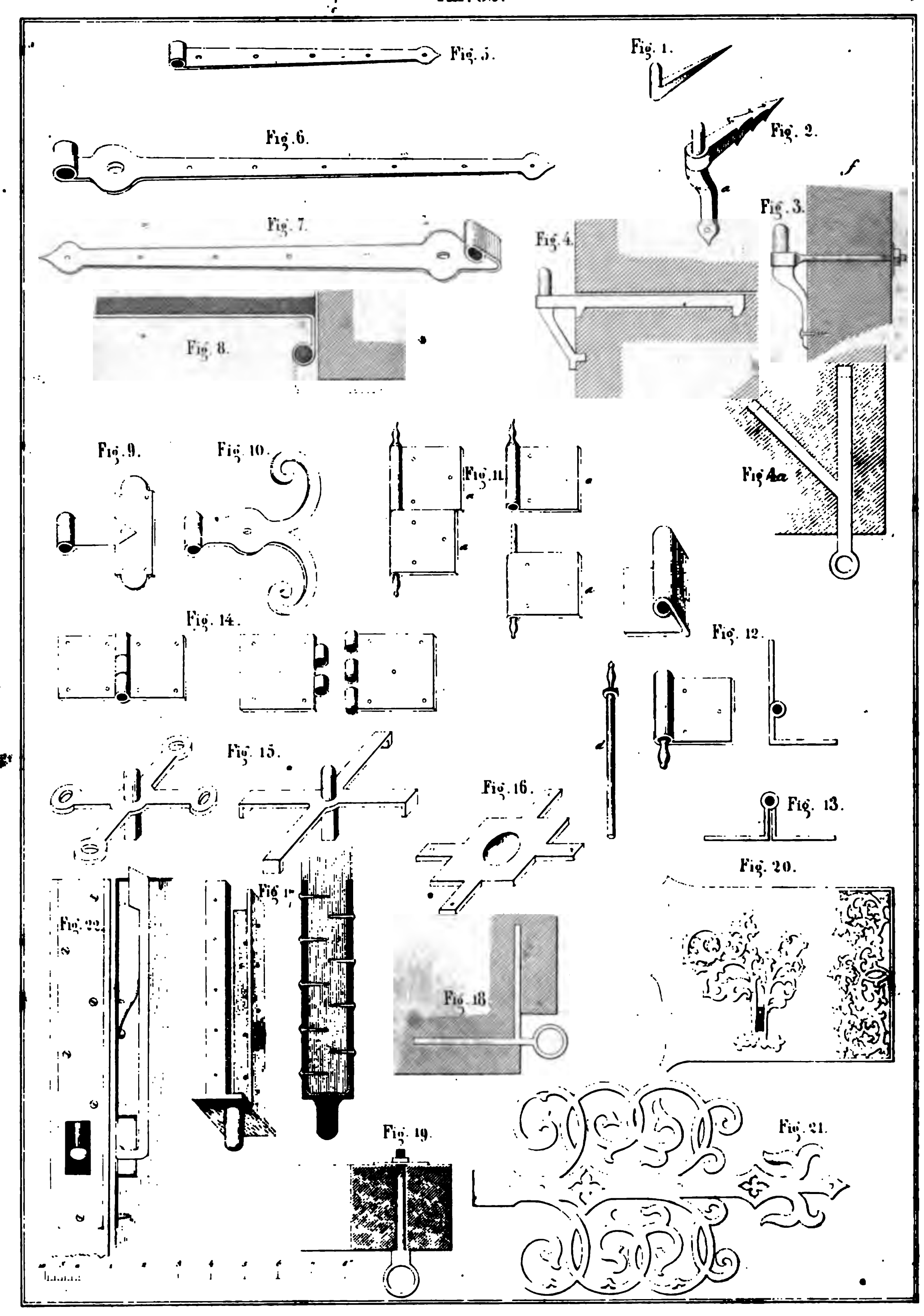
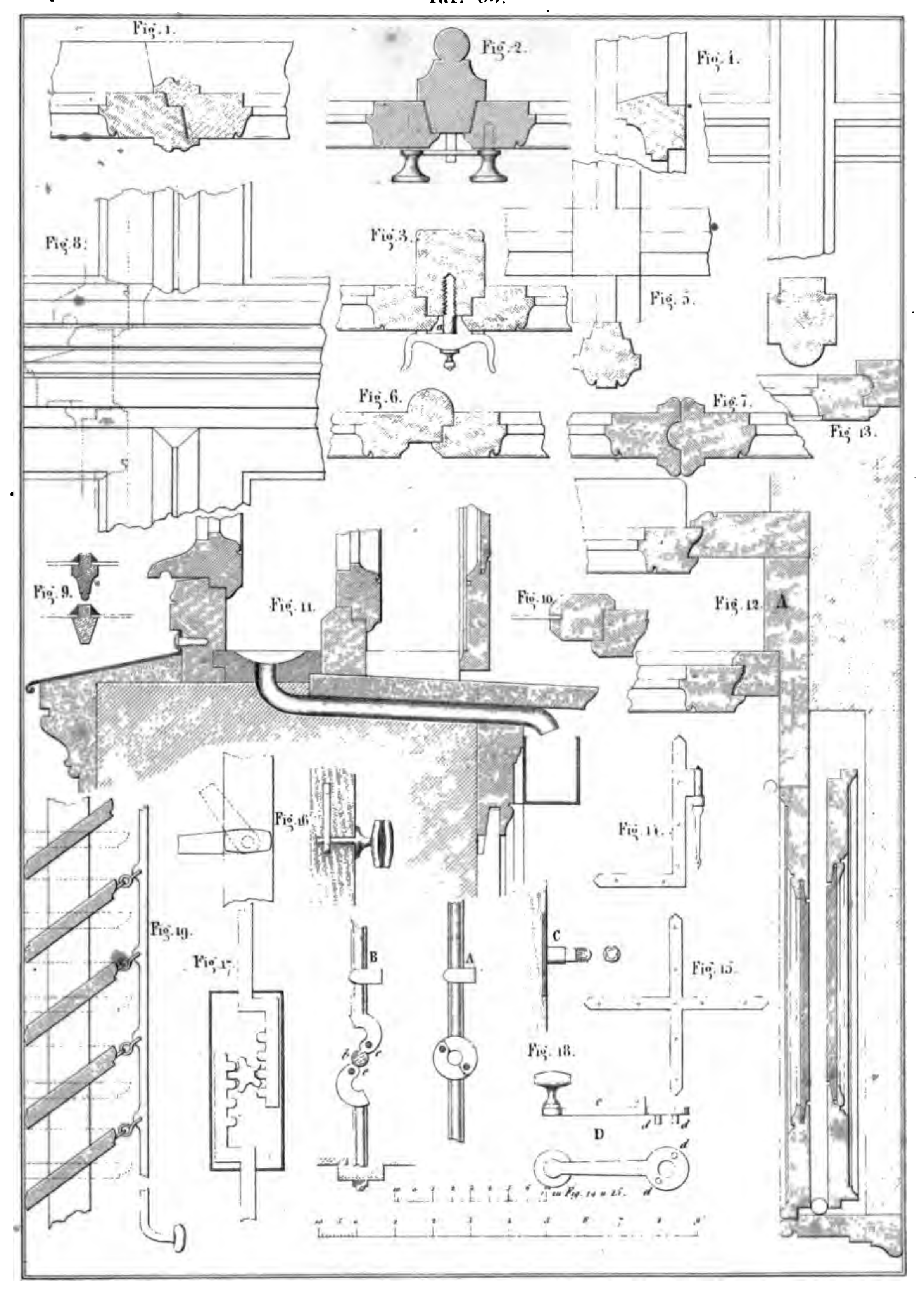
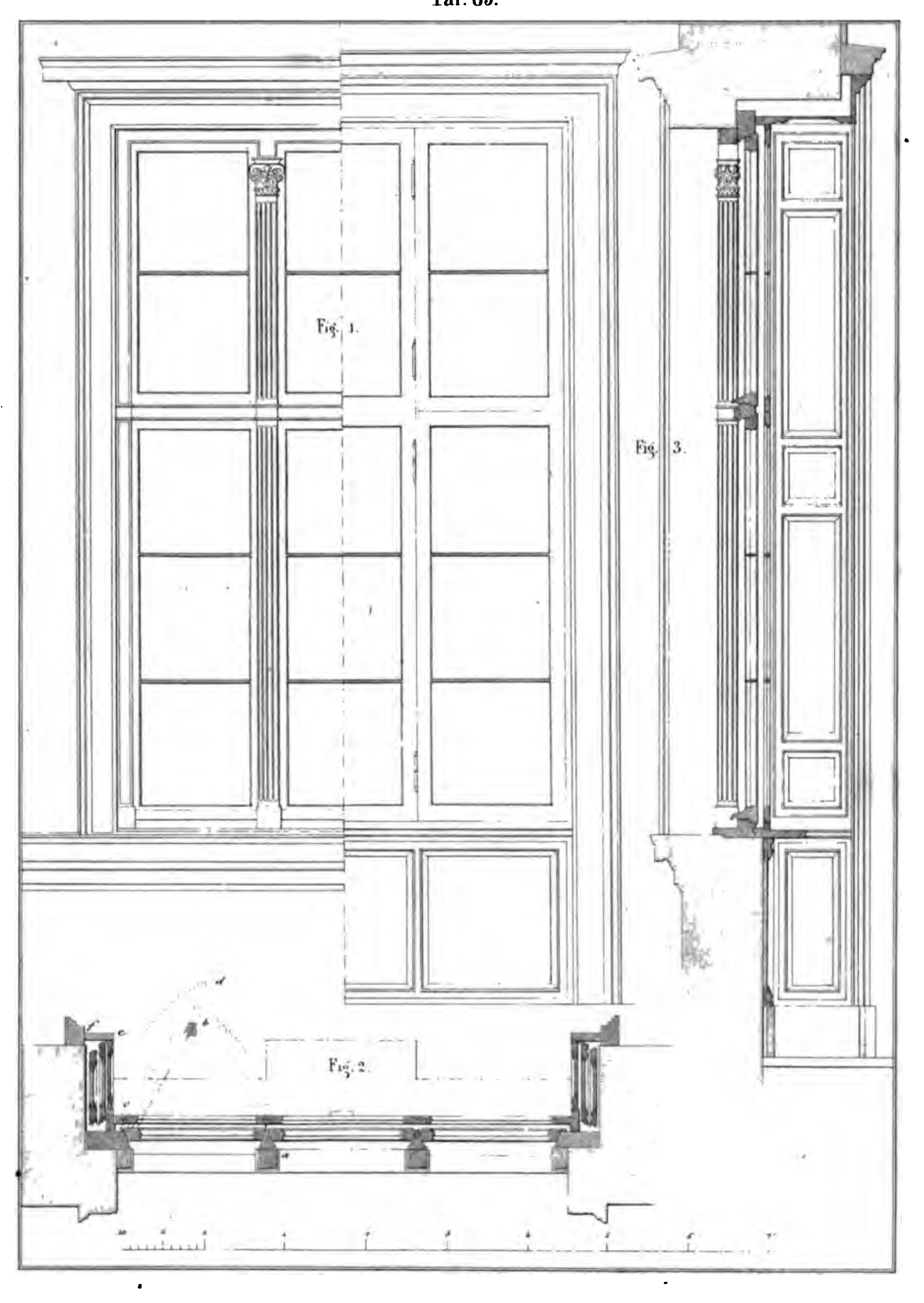


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 5a
Fig. 6
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
zu Fig. 7–13.
zu Fig. 14–16.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 4a
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 18
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 4.
Fig. 8.
Fig. 3.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 13.
Fig. 9.
Fig. 11.
Fig. 10.
Fig. 12.
A
Fig. 16.
Fig. 14.
Fig. 19.
Fig. 17.
B
A
C
Fig. 15.
Fig. 18.
D
zu Fig. 14 u 15.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.

